ellow
7/8 x 6 7/8

Pls. 6 + 8 missing.

Qe 249.4

Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

Zürich.

Herausgegeben
von
Prof. Dr. HANS SCHINZ
Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Zürich.

Vierundsechzigster Jahrgang. 1919.
Mit 1 Porträt und 11 Tafeln.

$3.0

Zürich,
in Kommission bei **Beer & Co.** in **Zürich**
1919.

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
MAR 28 1922
GARDEN LIBRARY

Gründungsjahr der Gesellschaft 1746.

S. 1—518 ausgegeben am 12. April 1919.

Das Doppelheft 1/2, Bogen 1—33, des 64. Jahrganges (1919) der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich ist von dieser als Festschrift zur Feier der Vollendung des 70. Lebensjahres Albert Heims (am 12. April 1919) erschienen.

S. 519—861 und I—LXIX ausgegeben am 31. Dezember 1919.

Buchdruckerei Gebr. Fretz A. G., Zürich.

Inhalt.

Erster Teil:

Abhandlungen.

Paul Arbenz. Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen 246
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

E. Baumberger. Zur Geologie von Leuzigen, mit einem Überblick über den geologischen Bau des westlichen Bucheggberges . . . 50
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Emil Bächler. Die Stellung der Geologie zur heutigen paläolithischen Höhlenforschung 276
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Ed. Bloesch. Zur Tektonik der Front Range in Colorado . . . 219
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Ernst Blumer. Entwurf einer Übersicht der Erdöllagerstätten . . 141
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

H. Brockmann-Jerosch. Weitere Gesichtspunkte zur Beurteilung der Dryasflora 35
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Anton Bühler. Statische Untersuchungen über den Blutkreislauf . . 539
Ausgegeben als Separatabdruck am 1. September 1919.

A. Buxtorf. Aus der Talgeschichte der Via Mala 434
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

J. Cadisch, W. Leupold, H. Eugster und **R. Brauchli.** Geologische Untersuchungen in Mittelbünden 359
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

H. Fischer-Sigwart. Stratiotes aloides L. bei Zofingen 834
Ausgegeben als Separatabdruck am 1. September 1919.

A. Fliegner. Einige Anmerkungen zur Thermodynamik 816
Ausgegeben als Separatabdruck am 1. September 1919.

J. Früh. Zur Morphologie des Zürcher Oberlandes 16
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Rudolf Fueter. Über die Konstruktion einer speziellen automorphen Funktion 680
Ausgegeben als Separatabdruck am 1. September 1919.

U. Grubenmann. Lamprophyrische Ganggesteine im zentralen Gotthardgranitgneis aus der Umgebung des St. Gotthardhospizes . . 418
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Ad. Hartmann. Wasseruntersuchungen im Gebiete der Magdalena-Bay in Niederkalifornien 117
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Seite

Arnold Heim. Über Arbeitsmethoden schweizerischer Alpengeologen . 159
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Arnold Heim. Zur Geologie des Günten 458
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

H. Hirschi. Anregung zu absoluten Altersbestimmungen radioaktiver Gesteine der Schweiz 65
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

J. Hug. Der Bergsturz am Türlersee 213
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Dr. Robert Keller. Studien über die geographische Verbreitung schweizerischer Arten und Formen des Genus Rubus 519
Ausgegeben als Separatabdruck am 1. September 1919.

A. Kiefer. Über Kreis- und Kugelsehnen 649
Ausgegeben als Separatabdruck am 1. September 1919.

Joh. Jak. Menzi. Das Stomodaeum der Lumbriciden. Die Grenze zwischen Ektoderm und Entoderm in der ontogenetischen Entwicklung des Lumbriciden-Vorderdarms mit anschliessenden Vergleichungen über die regenerative Bildung 670
Ausgegeben als Separatabdruck am 1. September 1919.

E. Neuweiler. Die Pflanzenreste aus den Pfahlbauten am Alpenquai in Zürich und von Wollishofen sowie einer interglazialen Torfprobe von Niederweningen (Zürich) 617
Ausgegeben als Separatabdruck am 1. September 1919.

Paul Niggli. Petrographische Provinzen der Schweiz 179
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

J. Oberholzer. Der tektonische Zusammenhang von Glärnisch-, Schild- und Wiggisgruppe 77
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

H. Preiswerk. Die überkippte Tauchfalte am Campolungopass und ihre früheren Deutungen 1
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

A. de Quervain. Über Wirkungen eines vorstossenden Gletschers . . 336
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Ferdinand Rudio und **Carl Schröter.** Notizen zur Schweizerischen Kulturgeschichte.
49. Die Eulerausgabe (Fortsetzung) 837
50. Nekrologe: Konrad Brandenberger. Georg Ruge. August Grete. Paul Choffat. Theodor Reye. Karl Egli. Alfred Werner. Adolf Hurwitz 837
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1919.

F. Schalch, mit Beiträgen von **B. Peyer.** Über ein neues Rhätvorkommen im Keuper des Donau-Rheinzuges 100
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Rudolf Staub. Über das Längsprofil Graubündens 295
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Walther Staub. Neuere Ergebnisse der Geologischen Untersuchung des östlichen Mexico 350
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Seite

A. Thellung. Beiträge zur Adventivflora der Schweiz (III) 684
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1919.

Leo Wehrli. Tiefenmessungen im Lago Nahuel-Huapi 487
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

L. Zehnder. Über die Ursachen der geologischen Epochen 136
Ausgegeben als Separatabdruck am 12. April 1919.

Verzeichnis der Publikationen von Albert Heim. Zusammengestellt auf seinen 70. Geburtstag, den 12. April 1919 499

Zweiter Teil:

Sitzungsberichte.

Seite

Alfred Kienast. Sitzungsberichte von 1919 I

Darin sind folgende Autoreferate enthalten:

Josias Braun-Blanquet. Über die eiszeitliche Vegetation des südlichen Europa XLI
Anton Bühler. Die Arteriosklerose als biologisches Problem XXXVI
H. E. Fierz. Friedensmöglichkeiten der schweizerischen chemischen Industrie V
Ernst Furrer. Wandlungen in der Vegetationsdecke der Schweiz III
H. Greinacher. Wechselstromversuche XXXVIII
J. Hug. Geologische Mitteilungen über den Sihlwald . . XXXIII
Hans W. Maier. Kinematographische Studien der Mimik Geisteskranker XVII
Edgar Meyer. Wie gelangen wir zu der atomistischen Auffassung der Elektrizität? XXX
Adolf Naef. Bilder vom Bau und Leben der Tintenfische . XLV
Otto Naegeli. Klinische Blutuntersuchungen in biologisch-naturwissenschaftlicher Betrachtung XI
E. Ott. Das städtische Gaswerk in Schlieren XII
A. de Quervain. Über die Ergebnisse der schweizerischen Grönlandexpedition XXVIII
Jean Stähli. Physikalische und physiko-chemische Probleme aus dem Gebiete der Augenheilkunde XIV
J, Strohl. Innere Sekretion und allgemeine Biologie . . VII

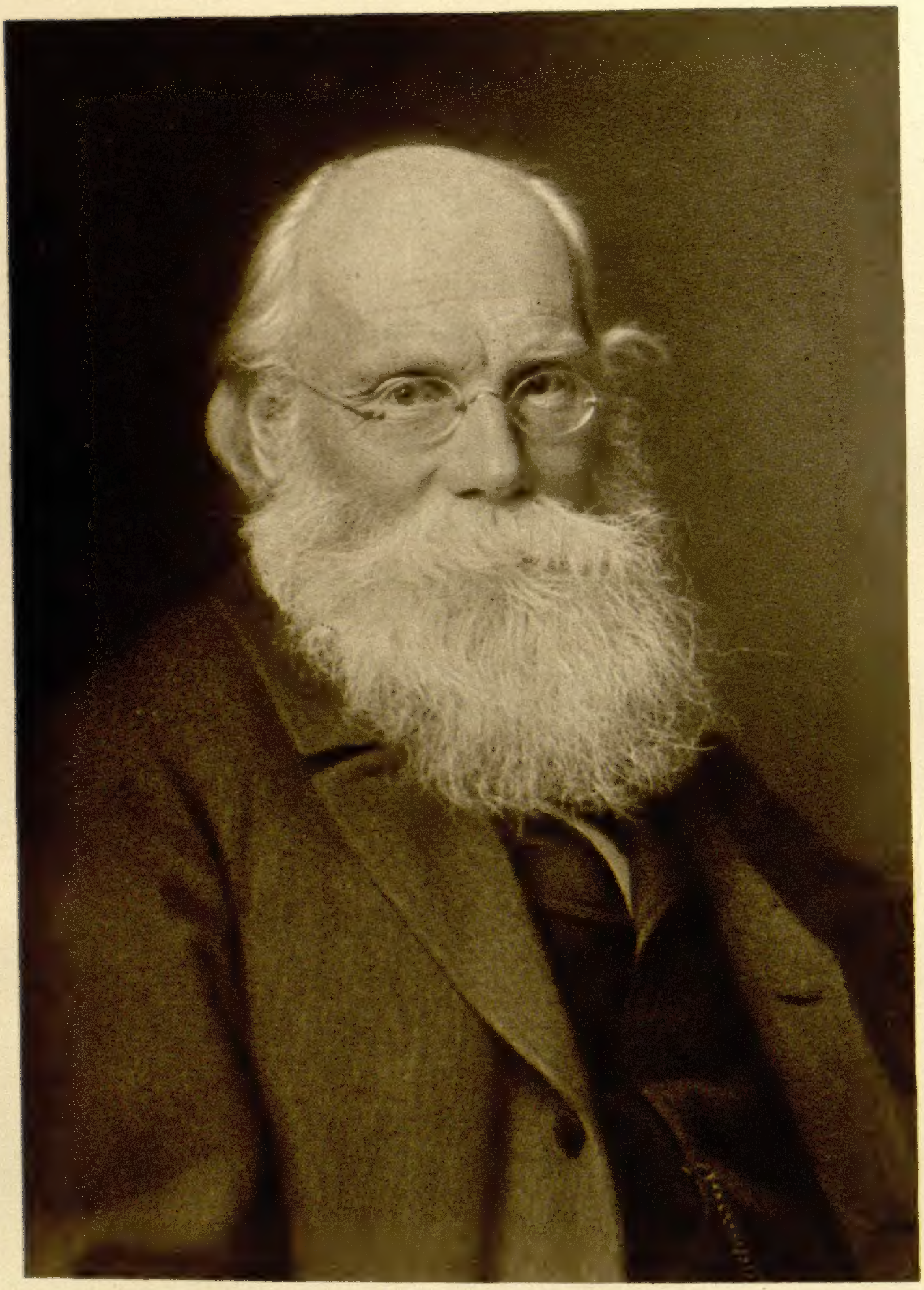
sowie:

E. Ott. Besichtigung des städtischen Gaswerkes in Schlieren . XII
A. Kienast. Exkursion in den Sihlwald XXXII
— Exkursion in die Fabrik und Gutswirtschaft Maggi in Kempttal und auf die Kyburg XXXIV
M. Baumann-Naef. Bericht des Quästors über die Rechnung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1918 XIX
A. Kienast. Bericht des Sekretärs über die wissenschaftliche Tätigkeit und den Bestand der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1918/19 XXIII
Hans Schinz. Bericht des Redaktors XXIV
Statuten der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich . . . XLVII
Verzeichnis der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf den 31. Dezember 1919 LIII

NB. Die Separatabdrücke sind nicht im Buchhandel zu haben.

Erster Teil

Abhandlungen



Alb. Heim

Die überkippte Tauchfalte am Campolungopass und ihre früheren Deutungen.

Von

H. Preiswerk, Basel.

(Als Manuskript eingegangen am 5. Mai 1918.)

Einleitung.

Ein für Mineralogen und Geologen wohlberühmter Ort ist der Passübergang von Faido oder Rodi-Fiesso im oberen Tessintal nach Fusio im obersten Maggiatal über den Campolungo.

Vor mehr als hundert Jahren wurde diese merkwürdige Lokalität ans Licht gezogen durch Fleuriau de Bellevue, der im Sommer 1791 an den schneeweissen, zuckerkörnigen Dolomitmassen des Passes jene eigenartige, rosafarbene Phosphoreszenz entdeckte, die beim Schlagen und beim Erwärmen eintritt, sowie die hohe Gesteinselastizität des Dolomites, über die er 1792 eine Abhandlung veröffentlicht hat (1).

Diese Arbeit enthält m. W. auch die ersten geologischen Angaben (p. 89) über den Fundort.

Die interessanten Entdeckungen von Fleuriau de Bellevue sind dann weiterhin durch Saussure (2, p. 174 u. 176), Ebel (3, p. 239), Amoretti (4, p. 93 u. 96), Lardy (5, p. 243) und Lavizzari (8, p. 7 u. 25) bekanntgemacht worden.

Weit mehr noch verbreiteten den Ruhm des Campolungo die in dem Dolomit eingewachsenen seltenen Mineralien: Korund, Diaspor, grüne Turmaline etc., die den Weg in alle Museen der Welt fanden.

Die Hauptfundstelle wurde ums Jahr 1813 von den Brüdern Camossi in Airolo entdeckt (9, p. 644). Nach J. Königsberger, dem wir eine kurze Beschreibung der Lagerstätte mit Literaturangabe verdanken (20), liegt der Fundort etwas nördlich von der Höhe des Passes, zwischen den Alpen Campolungo und Cadonighino (Quote 2141), den die Geologen gerne als Cadonighinopass bezeichnen. Seit etwa 40 Jahren dürfte die Lagerstätte nicht mehr ausgebeutet worden sein.

Währenddem das mineralogische Interesse an der Campolungogegend frühzeitig einen gewissen Höhepunkt überschritten zu haben scheint, entwickelte sich das geologische Verständnis langsamer.

Ich will im Folgenden, nach einem kurzen Rückblick über die Auffassungen und Darstellungen des Gebirgsbaues der Campolungoregion bei verschiedenen Geologen seit dem Ende des 18. Jahrhunderts, eine neue Deutung der Aufschlüsse geben, die sich auf meine jüngsten Beobachtungen im Felde stützt, nämlich eine Deutung unter Annahme von überkippten Tauchfalten.

Eine allgemeinere Bedeutung scheinen mir derartige Falten im Campolungogebiet dadurch zu gewinnen, dass hier in guten Aufschlüssen, in relativ kleinem Bezirk und an Hand von weithin sichtbaren Gesteinsfarben ein Vorgang studiert werden kann, der in der modernen Alpentektonik bereits eine wichtige Rolle spielt. Es sind die von den modernen Alpentektonikern als „enroulements“ oder auch „Einwickelungen“ bezeichneten Effekte der Gebirgsbewegungen.

Die Aufschlüsse am Campolungo. (Fig. 1).

Die Alp Campolungo ist seit kurzer Zeit durch die Anlage schöner Wege von Rodi zum Lago Tremorgio sehr leicht zugänglich geworden. In drei guten Stunden kann der Wanderer vom Tal aus den flachen Boden der Alp erreichen, bei dessen Betreten er sich mit einem Schlag mitten in die Marmorwelt des Campolungo versetzt sieht. Zur Linken und zur Rechten öffnen sich geologische Szenerien von faszinierender Schönheit.

Aus dem dunkeln Gestein des Gebirges sieht man die blendend weissen dolomitischen Marmormassen hervorleuchten, links die weissen Schichtköpfe zu wilden Erosionsformen sich türmend, rechts dieselben Marmore zu mächtigen Falten von absonderlicher Gestalt geknäuelt.

Wenden wir uns zuerst nach links, zu der tief in die Dolomitschichten eingerissenen Scharte zwischen dem Filo im Norden und dem Gebirgsstock des Pizzo Campolungo im Süden, dem „Cadonighinopass“ (siehe Profil I, Fig. 1). Das ganze Profil schneidet eine scheinbar einheitliche, isoclinale Schichtenserie. Die Dolomitschichten trennen die umgebenden dunkeln krystallinen Schiefer in einen hangenden und einen liegenden Teil, deren verschiedenartiger Charakter sich schon von weitem zu erkennen gibt. Die liegenden Schiefer, die im Filo gipfeln, sind bräunlich gefärbt, reichlich mit Gras bewachsen und bilden sanft geschweifte Gratformen. Es sind die zu den Bündnerschiefern gehörenden Kalkschiefer. Die hangenden

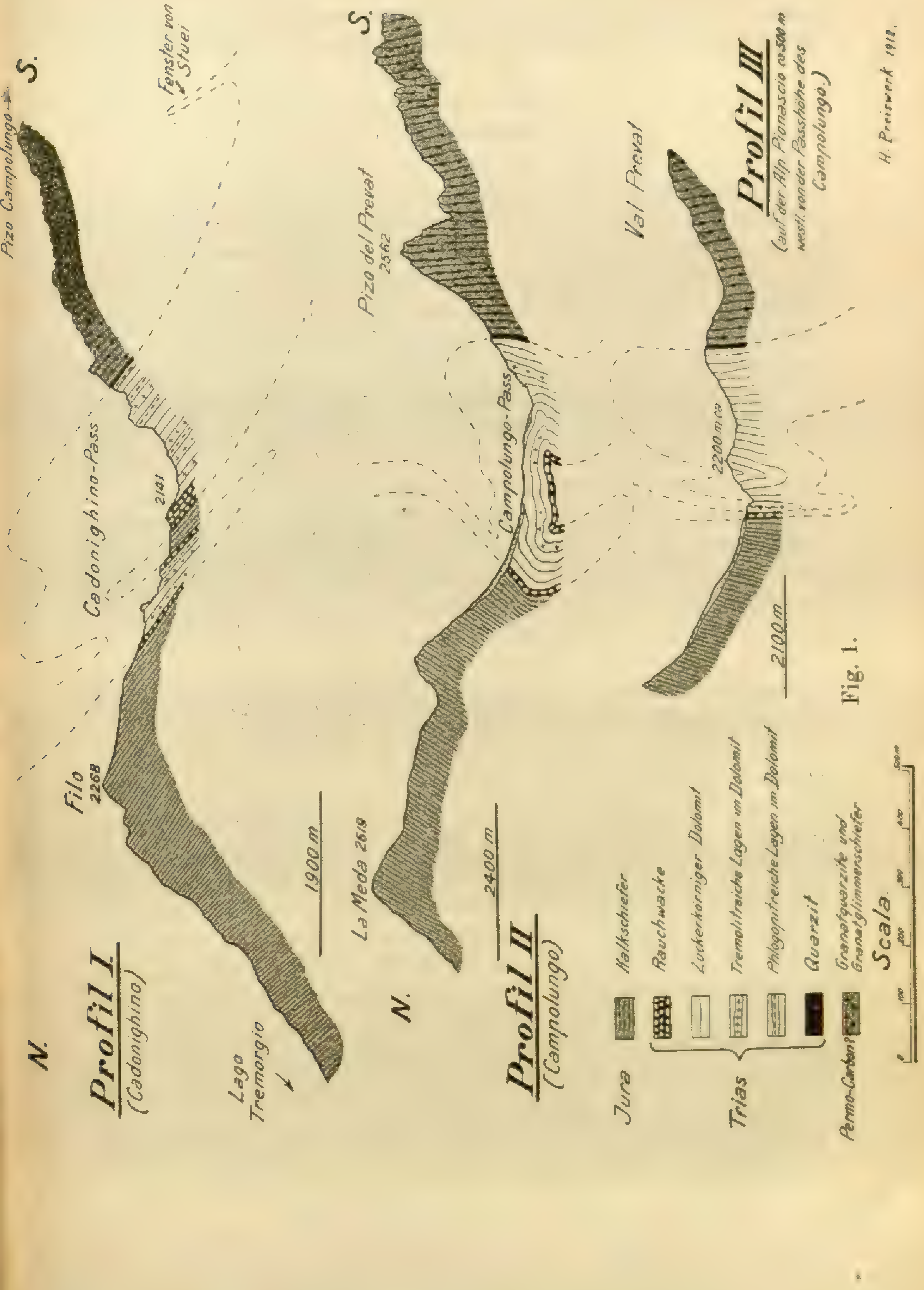

Profil I
(Cadonighino)
N.
S.
Lago Tremorgio
Filo 2268
1900 m
Cadonighino-Pass
2141
Pizo Campolungo
Fenster von Stuei
Profil II
(Campolungo)
N.
S.
La Meda 2619
2400 m
Campolungo-Pass
Pizo del Prevat 2562
Profil III
(auf der Alp Pionascio ca 300 m westl. von der Passhöhe des Campolungo.)
Val Prevat
2200 m ca
2100 m
Jura
Kalkschiefer
Trias
Rauchwacke
Zuckerkörniger Dolomit
Tremolitreiche Lagen im Dolomit
Phlogopitreiche Lagen im Dolomit
Quarzit
Permo-Carbon?
Granatquarzite und Granatglimmerschiefer
Scala
0
100
200
300
400
500 m
H. Preiswerk 1910.

Fig. 1.

Schiefer, die den zerrissenen Grat zum Pizzo Campolungo hinauf bilden, sind mehr grüngrau gefärbt und vegetationsärmer. Es sind granatreiche, zum Teil quarzitische Glimmerschiefer und Granatquarzite prätriadischen Alters. Die Serie liegt also dem Alter nach verkehrt. In der Scharte selbst, wo die Triasdolomite anstehen, bemerkt man zwei getrennte Massen des weissen Dolomit, eine kleinere nördlich vom Pass, die grössere am Pass selbst und südlich davon. Beide bestehen aus demselben zuckerkörnigen Dolomit von weisser oder bläulichgrauer Farbe. Phlogopitreiche Schichten bilden dunklere und festere Bänke, die besonders an dem hochragenden weissen Zahn über der Passhöhe als balustradenartige Erosionsrelikte weithin sichtbar hervorragen. Die tremolitreichen Schichten treten im Terrain nicht hervor. Sie bilden eher Depressionen als Rippen, da sie vorwiegend aus mürbem, zerreiblichem Dolomit bestehen.

Mitten in der Scharte, beiderseits flankiert von den weissen Dolomiten fallen, direkt nördlich vom Sattel 2141, dunklere, teilweise grasbedeckte Gesteine auf. Es sind Rauhwacken und Kalkschiefer, deren Bedeutung wir später besprechen wollen.

Von den nackten Dolomitfelsen waschen die Tagwässer weissen Dolomitsand ab, der in den Alluvionen der Campolungoebene sich ausbreitet und Schneefelder vortäuscht. Südlich vom Bach ragen aus dieser Ebene mehrere flache Rundhöcker, die auffallenderweise aus Kalkschiefern bestehen (27).

Am Südrand der Campolungoebene tritt die scharfe Grenze zwischen dem Dolomit und den ältern krystallinen Schiefern mehrfach zu Tage. Die Schichten fallen nach Süden ein.

Wendet man den Blick von der Campolungoalp nach Westen gegen den Campolungopass zu den schönen Dolomitfalten empor, so findet man dieselben Gebirgsglieder wie am Cadonighinopass, aber in völlig veränderter Lagerung. (Profil II der Fig. 1)[1]. Die am Cadonighinopass das Hangende bildenden, flach südfallenden Granatquarzitschiefer gelangen in dem Felszahn des Pizzo del Prevat in völlig vertikale Lagerung. Die Kalkschiefer des Filo drehen in der Gebirgsmasse der Meda aus Südfallen in Nordfallen um. Daraus resultiert, dass die Kalkschiefer der Meda und die ältern Granatquarzite des Prevat die Schenkel einer Pseudoantiklinale bilden, die sich über den flachen Dolomitsattel zu wölben scheint.

Steigen wir vom Campolungopass im Streichen der Schichten ins

---

[1] Leider musste Profil II zum Vergleich mit Profil I und III umgekehrt gezeichnet werden verglichen mit der Lage der klassischen Ansicht der liegenden Dolomitfalte von der Alp Campolungo aus.

Maggiatal hinunter, so treffen wir schon etwa 500 Meter von der Passhöhe entfernt, ausschliesslich sehr steile Schichten. Das flache Dolomitgewölbe ist verschwunden. An seiner Stelle sind nur Reste steilgepresster Falten im Dolomit sichtbar. (Profil III.)

Historisches.

Schon zahlreiche Geologen haben ihre Beobachtungen über den Campolungo veröffentlicht, ohne dass es bisher gelungen wäre, eine befriedigende Erklärung zu finden, speziell für die dem Beobachter auf der Alp Campolungo in die Augen springenden Komplikationen.

Fleuriau de Bellevue (1) macht p. 89 einige wohlzutreffende Angaben über die Lagerungsverhältnisse des Campolungodolomites. Zu jener Zeit, d. h. bevor Charpentier und Lardy die Belemniten am Nufenen entdeckt hatten, war es noch unmöglich, den Gebirgsbau dieser Gegend aus den herrschenden Anschauungen heraus zu verstehen. Dies geht aus den folgenden klaren Sätzen von Fleuriau de Bellevue (p. 90) hervor:

„La pierre calcaire en couches est donc ici recouverte par un genre de pierre de première formation; elle repose également sur un schiste quartzeux micacé; cette roche est donc évidemment primitive.“

Im Jahre 1815 veröffentlicht Lardy in Leonhards Taschenbuch (5) die Beschreibung eines Ausfluges auf den Campolungo. Wir finden dort eine ziemlich eingehende Beschreibung der Aufschlüsse. Besonders auch treffende Angaben über das Auftreten der Tremolite.

Weitere mineralogische und geologische Mitteilungen machte Lardy in seiner Arbeit über den St. Gotthard (6). Den schönen Anblick der Dolomitfalten von der Alp Campolungo aus, beschreibt er p. 248 mit folgenden Worten: „A l'ouest les rochers de dolomie sont composés de couches de différentes nuances de blanc et de gris qui présentent les replis les plus composés.“

Besonders interessant für unsern Gegenstand sind die der Arbeit beigegebenen Profile durch das Gotthardmassiv und das obere Tessintal: Lardy hat die Nufenenschiefer bis ins Bedrettotal hinein und zum Scopi verfolgt. Die Kalkschiefer des Campolungogebietes lässt er aber bei den zur Primärformation gezählten Glimmerschiefern. Somit bleibt der Fossilfund am Nufenen (1814) noch ohne Konsequenz für die Altersbestimmung der Campolungodolomite, deren geologisches Niveau Lardy zwischen die primitiven Gneise und Glimmerschiefer legt (p. 248).

Sein Spezialprofil des Cadonighinopasses mit dem charakteristischen weissen Dolomitzahn über der Passhöhe zeigt, dass Lardy die verkehrte Lagerung der Schichten richtig erkannt hat.

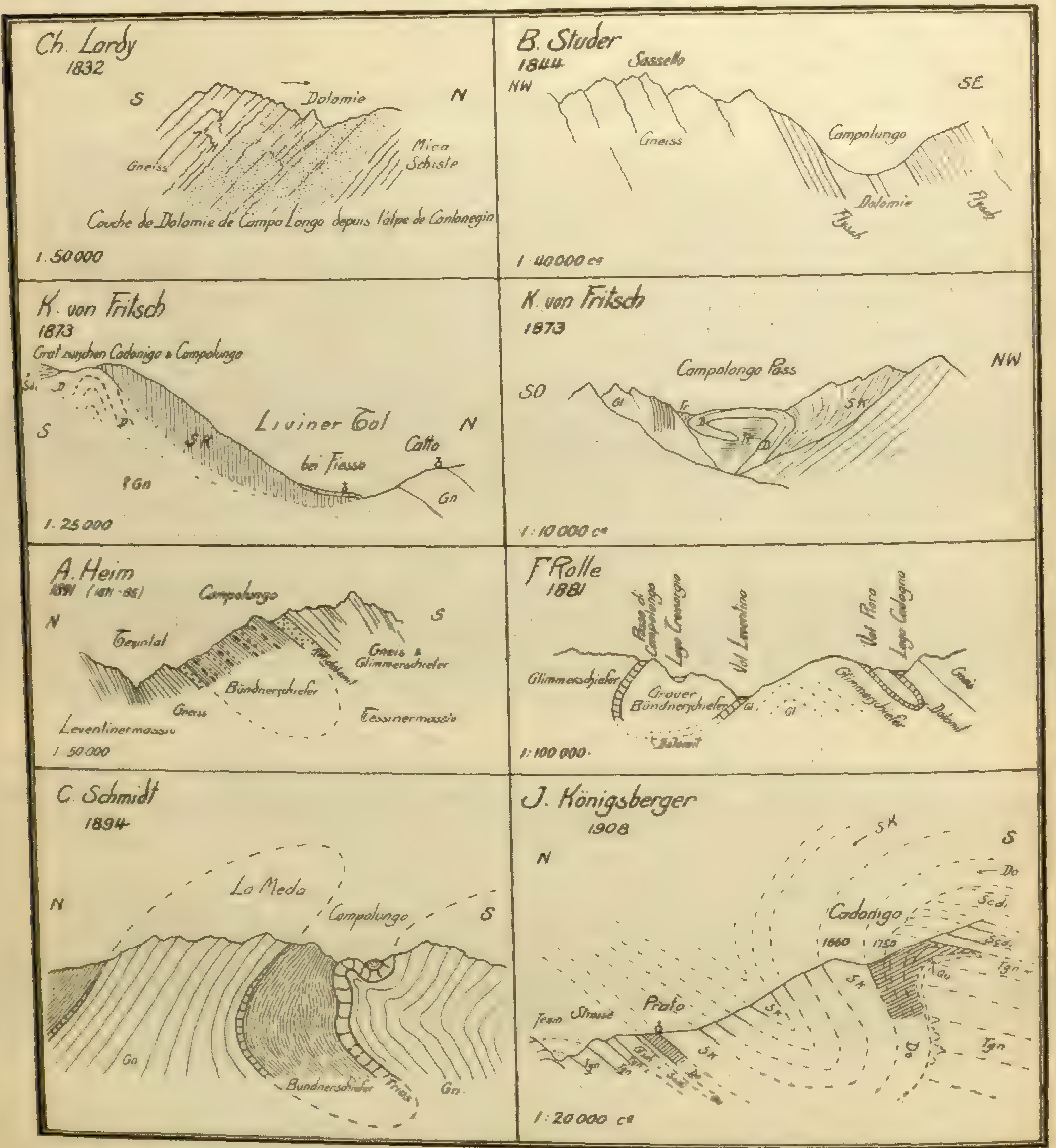

Ch. Lardy
1832
S
Dolomie
N
Gneiss
Mica Schiste
Couche de Dolomie de Campo Longo depuis l'alpe de Cantonegin
1.50000
B. Studer
1844
Sassello
NW
SE
Gneiss
Campolungo
Dolomie
Flysch
Flysch
1 40000 ca
K. von Fritsch
1873
Grat zwischen Cadonigo u. Campolungo
Sd.
D
D
S
SK
Liviner Tal
N
bei Fiesso
Catto
?Gn
Gn
1.25000
K. von Fritsch
1873
Campolungo Pass
NW
SO
Gl
Tr
D
Tr
D
SK
1:10000 ca
A. Heim
1891 (1871-85)
Campolungo
N
S
Tessintal
Rötidolomit
Gneis u. Glimmerschiefer
Bündnerschiefer
Gneiss
Leventinermassiv
Tessinermassiv
1 50000
F. Rolle
1881
Passo di Campolungo
Lago Tremorgio
Val Leventina
Val Piora
Lago Cadagno
Glimmerschiefer
Grauer Bündnerschiefer
Gl
Gl
Glimmerschiefer
Dolomit
Gneis
Dolomit
1:100000
C. Schmidt
1894
La Meda
N
Campolungo
S
Gn
Bundnerschiefer
Trias
Gn
J. Königsberger
1908
SK
N
S
Do
Scd.
Cadonigo
Scd.
1660
1750
Tgn
Qu
Tessin Strasse
Prato
Sk
Sk
Sk
Do
Tgn
Tgn
Tgn
Glsch
Scd
Do
1:20000 ca

Fig. 2. Profile durch die Dolomitschichten am Campolungo aus den Jahren 1832—1908.

Die Karte von B. Studer vom Jahr 1844 (7), bringt in der stratigraphischen Auffassung den Fortschritt, dass die belemnitenführenden Schiefer mit den Kalkschiefer, die durchs obere Tessintal und über Campolungo bis Fusio streichen, unter der Bezeichnung:

„Flysch“ vereinigt sind und samt den Dolomiten als jüngere Bildungen den Gneisen und Glimmerschiefern gegenübergestellt werden. Die Kalkschiefer (Flysch) vergleicht Studer dem „terrain jurassique modifié“ der Franzosen (7, p. 306). Das Alter der Dolomite bleibt unbestimmt.

Auch Studer hat ein Profil (vgl. Textfigur 2) durch den Campolungo gezeichnet (7, Taf. XI, Fig. 1). Da er aber die südwärts an den Dolomit anstossenden Granatglimmerschiefer teilweise mit seinem „Flysch“ vermengt hat, wie auch aus der Karte ersichtlich ist, so bildet sein Profil für das Verständnis des Gebirgsbaues des Campolungo durchaus keinen Fortschritt gegenüber den Profilen von Lardy.

Weitere Klärung brachte die bewundernswerte Karte der Penninischen Alpen von Gerlach in 1 : 200 000 (10). Der zuckerkörnige Dolomit des Binnentales, der Bruder des Campolungodolomits, wurde als Liegendes der Glanzschiefer (schiste lustré) und Hangendes der Gneise als Trias festgestellt durch Vergleich mit den Westalpen. Damit war de facto auch die stratigraphische Stellung des Campolungodolomites festgelegt. Leider liegt der Compolungo ausserhalb der Gerlachschen Karte.

Die Zugehörigkeit der Campolungodolomite zu den Dolomiten und Gypsen des Bedrettotales, die nach Gerlach Trias sind, hat dann Studer 1872 im Index der Petrographie ausgesprochen (11, pag. 67) und so die Kette der Schlussfolgerungen vollendet, ohne direkt noch den Namen Trias auf den Campolungodolomit anzuwenden.

Die Aufnahmen von F. Rolle (13) klärten den tektonischen Zusammenhang der Dolomitvorkommen unter sich und ihre Beziehung zu den Bündnerschiefern besser auf. Das Campolungoprofil (13, Tafel I, Fig. 2) siehe Fig. 2, gibt die Verhältnisse im Ganzen richtig wieder und bestätigt die schon von Lardy erkannte umgekehrte Lagerung. Über das Alter des Dolomites äussert sich Rolle (p. 19) dahin, dass der Dolomit vom Campolungo als Bedeckung von Glimmerschiefer und seinerseits überlagert von grauem Bündnerschiefer möglicherweise ein Äquivalent der Triasmassen im Osten (von Blatt Bellinzona-Chiavenna) sei.

Die Profile von A. Heim zur „Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein“ (15) enthalten ebenfalls einen Durchschnitt durch den Campolungo (Tafel I, Nr. 2). Der Campolungodolomit ist hier als Rötidolomit eingetragen und damit definitiv zur Trias gestellt, vgl. Fig. 2. Seine Zugehörigkeit zu den Triasbildungen am Skopi, die die Basis von fossilführendem Jura bilden und zu den Triasablagerungen weiter ostwärts, die typischen Verrucano überlagern, ist durch den tektonischen Zusammenhang überzeugend dargetan. Die Aufnahme der Profile durch Heim reicht bis 1871 zurück. Es ist demnach zweifellos, dass wir Heim die definitive Klarlegung der Stratigraphie des Campolungogebietes zu verdanken haben.

Es erübrigt noch auf einige Arbeiten einzugehen, die sich mit den speziellen Komplikationen der Campolungopasshöhe befasst haben.

K. von Fritsch (12) hat die Campolungoregion in 1 : 50 000 geologisch kartiert, ein Profil in 1 : 50 000 durch den Grat zwischen Cadonigo und Campolungo gezeichnet (Profil Nr. 10), sowie eine geologische Skizze der Campolungopasshöhe (Tafel IV, Fig. 20). Er weist darauf hin (p. 139), dass die Dolomitmasse am Pass die Form eines umgekehrten (sollte heissen liegenden) lateinischen C hat, stösst aber bei genauerer Betrachtung auf Rätsel, die er nur „andeuten“ nicht „lösen“ kann. Der Hauptgrund der für Fritsch die Lösung der Rätsel unmöglich macht, ist die zweideutige Rolle, welche die „Disthen und Staurolith führenden Schiefer (Sdi)“ in seiner Legende spielen. Er bezeichnet damit einerseits die gelegentlich Disthen führenden Granatglimmerschiefer und Granatquarzite, die das Hangende des Dolomits auf der Alp Campolungo bilden und die nach meinen Aufnahmen das jüngste prätriadische Glied des überschobenen Campo Tencia-Lappens bilden, anderseits aber auch die Staurolithschiefer von Piora, die zweifellos zu den mesozoischen Bündnerschiefern gehören. Die Kalkschiefer (SK) und die Staurolithschiefer (Sdi) sind in der Pioramulde altersgleich. Daher liegt es für Fritsch nahe, auch die beiderseits dem Dolomitgewölbe am Campolungo pseudoantiklinal auf- und anlagernden Schiefer zu parallelisieren, wie dies im Profil 10 angedeutet ist (vgl. Fig. 2), obschon er den petrographischen Unterschied der beiden Schiefergruppen deutlich hervorhebt.

Auch noch bei F. M. Stapf (14) spielt die Pseudoantiklinale des Campolungo eine für das Verständnis unglückliche Rolle, indem Stapf sie einfach als Antiklinale bucht (Tafel 25, Fig. 1), ohne ihre geologische Muldennatur zu beachten.

Im Jahre 1894 beschreibt T. G. Bonney (16) die beiden Profile vom Compolungo- und vom Cadonighinopass und vergleicht sie miteinander. Die C-förmige Dolomitfalte am Campolungo nennt er (p. 299) „a fold. extraordinary even for the Alps“.

Die Verschiedenheit von Campolungo- und Cadonighinoprofil (Textfigur 1, Profil II u. I) erklärt er mit Recht dadurch, dass der Sattel der Dolomitfalte weiter gegen Osten zu sich mehr und mehr zuspitzt, gleichzeitig mit Überschiebung nach Norden.

Wie Fritsch macht Bonney keinen Altersunterschied zwischen den die Dolomite beiderseits begleitenden Schiefern, offenbar weil auch er den Dolomit für den Kern der Antiklinale hielt und die Schiefer beiderseits für die sich entsprechenden Schenkel. Damit ignoriert er aber die früheren Errungenschaften von Lardy, Heim und Rolle und gelangt zu keiner den Tatsachen gerechten Deutung des Campolungoproblems.

Die Schichtenfolge am Cadonighinopass hat Bonney sorgfältig aufgenommen, hielt sie aber nicht der Wiedergabe wert (p. 300), offenbar weil er darin einen nur durch die Zufälligkeiten der Sedimentation bedingten petrographischen Wechsel vermutete. Und doch liegt gerade in der Schichtfolge am Cadonighinopass, wie wir sehen werden, ein wichtiger Schlüssel der Campolungotektonik.

Einen bemerkenswerten Versuch, die so viel besprochene Campolungofalte zu erklären, hat endlich C. Schmidt im gleichen Jahre gemacht in seinem Querprofil durch die Alpen vom Rigi bis Saltrio (17, Tafel VIII, Fig. 1). Danach umhüllt das Campolungodolomitgewölbe den krystallinen Kern einer kleinen Antiklinale, die bedingt ist durch eine südlich davon ins Krystalline eingesenkte sekundäre Mulde mit Bündnerschiefer im Muldenkern.

Meine ersten Aufnahmen in jener Gegend schienen diese Schmidtsche Auffassung zunächst zu stützen. Ich komme daher im nächsten Abschnitt noch darauf zurück und habe hier nur noch zwei Forscher: Klemm und Königsberger zu erwähnen, die sich seither mit dem Campolungo beschäftigt haben.

Die Ansicht von G. Klemm (19, p. 4), dass die Glimmerschiefer im Hangenden und Liegenden des Dolomitlagers am Cadonighinopass sich nicht unterscheiden lassen, kann ich unmöglich teilen. Schon die Farbe unterscheidet sie von weitem. Auf Alpe la Piotta, die Klemm (p. 4) zum Vergleich heranzieht, trifft es allerdings zu, dass die Glimmerschiefer im Hangenden und Liegenden des Dolomit übereinstimmen. Dort bildet der Triasdolomit den Kern einer schmalen iskolinalen Mulde im prätriadischen Schiefer. Am Cadonighinopass aber liegt der Dolomit im Mittelschenkel einer überschobenen Falte, deren Muldenkern aus Bündnerschiefer besteht.

Die merkwürdige Behauptung, dass am Pizo Lambro und am Cadonighinopass die Schichten „einfache Aufrichtung bis zu 40° erlitten" hätten, wird sich wohl aus dem Folgenden von selbst widerlegen.

J. Königsberger hat in seiner eingangs zitierten Arbeit (20, p. 527) ein Profil durch die Alp Cadonigo gegeben. Dasselbe stimmt in seinen Beobachtungsdaten recht wenig mit meinen Aufnahmen überein (vgl. 27, Tafel 81 a, Profil No. 40 und 41). Bemerkenswert ist die theoretische Konstruktion seines Profils vom historischen Standpunkt aus. Die Staurolith (und Granat) führenden Schiefer mit der Signatur Scdi, die bei Cadonigo das Hangende des Dolomitlagers bilden, deutet Königsberger in Übereinstimmung mit den Profilzeichnungen von Heim und Schmidt als prätriadisch und stellt sie zwischen Tessinergneis und Dolomit. Das Dolomitgewölbe des Campolungo, das auf der Alp Cadonigo noch als kleine Schichtenbiegung erscheint, fasst Königsberger mit Schmidt als normales Antiklinalgewölbe auf, insofern, als es seiner Zeichnung nach ältere Schichten überwölbt (vgl. Textfigur 2).

Damit gelangt er aber in die peinliche Situation, dass die prätriadischen „Scdi" an seiner Dolomitantiklinale den Gegenschenkel der mesozoischen „SK" bilden und sieht sich zur Lösung dieser Schwierigkeit zur Annahme bedeutender Discordanzen veranlasst, sowie einer recht gezwungenen Hineinsteckung des südlichen Teils des Dolomitgewölbes zwischen den „Tessinergneis" und die Staurolithschiefer (Scdi) hinein.

Die Tauchfalte des Campolungo.

Im Verlauf meiner Aufnahmen der geologischen Karte des Obern Tessin- und Maggiagebietes bin ich nun zu der auf Fig. 1, Profil I bis III dargestellten Auffassung gelangt. Dazu führte mich namentlich die genauere Untersuchung der Dolomitgrenzen gegen die Granatquarzite einerseits und die Kalkschiefer anderseits, sowie die detaillierte Aufnahme des Cadonighinoprofils. Dabei stellte sich zunächst heraus, dass auf der Dolomitgrenze gegen die mesozoischen Kalkschiefer in der Regel eine Rauhwackeschicht entwickelt ist, auf der Grenze gegen die prätriadischen Schichten aber eine dünne Quarzitbank, Rauhwacke dagegen fehlt. Es resultiert daraus als Normalprofil die in der Legende (Fig. 1) wiedergegebene Schichtenfolge. Nach dieser Feststellung ist nun von entscheidender Bedeutung für die Eruierung der Faltengestalt die Tatsache, dass der etwas dunklere Kern des Dolomitgewölbes am Campolungopass selbst (Profil II) aus Rauhwacke besteht.

Wir haben also den Kern des Gewölbes mit den nördlichen, stratigraphisch höhern Grenzschichten unterirdisch in Verbindung zu bringen. Der nördliche von den beiden absteigenden Ästen des Gewölbes muss unten blind enden, von jüngern Schichten umhüllt. Das Dolomitgewölbe entspricht nicht einer Antiklinale, sondern einer nach oben gekehrten Muldenumbiegung. Ihr Kern ist ein als Fenster wieder auftauchender Muldenkern. Die Art der Faltung entspricht völlig der klassischen Mulde am Axenmättli. Wir haben „eine zum Gewölbe gekehrte Mulde“. (Heim, 15, p. 67).

Da diese Auffassung der Darstellung von C. Schmidt widerspricht, habe ich noch kurz auf letztere einzugeben. Schmidt zeichnet (17, Tafel VIII, Fig. 1) einen von Dolomit umgebenen Muldenkern aus Bündnerschiefer auf der Südseite der Campolungopasshöhe (Fig. 2). Bei meiner ersten Orientierungstour im Jahre 1906 habe ich in der tiefsten Einsattelung des Passes, unmittelbar nördlich vom Pizzo del Prevat schlecht aufgeschlossene, unter dem Rasen hervorstechende Kalkschiefer gefunden und dieselben als eine Bestätigung der Schmidtschen Auffassung bewertet. Meine veränderte Ansicht über die Campolungofalte veranlasste mich später, die Sache nachzuprüfen. Ostwärts vom Sattel, wo etwas tiefer am Hang die Aufschlüsse besser werden, sah ich in der Tat keine Kalkschiefer im Schichtenprofil anstehen. Ich halte daher auch die im Sattel nicht mehr für anstehend, sondern für Schuttmassen, die vom Südgipfel der Meda abgerutscht sind.

Fällt somit dieser Einwand gegen die hier vorgebrachte Theorie dahin, so brachte anderseits das Studium benachbarter Querschnitte überraschende Bestätigung.

Wenn man von der Passhöhe aus nach Westen der kleinen Bachrinne folgt, die dem Nordrand der Dolomitzone entlang gegen die Alphütten von Pianascio sich senkt, so trifft man am rechten Ufer in ca. 2150 m Höhe auf quarzitische Granatglimmerschiefer, die mit denen des Pizzo del Prevat völlig übereinstimmen. Sie bilden eine vertikale Schichtplatte von ca. 15 m Dicke, eingelagert zwischen zuckerkörnigem Dolomit im Süden und Rauhwacke im Norden. Offenbar liegt hier der schmalgepresste kristalline Kern der Tauchfalte vor, wie sich aus dem Vergleich von Profil II mit Profil III ergibt. Nach unten müssen diese kristallinen Schiefer im Dolomit enden. In den tiefer gelegenen Aufschlüssen gegen Westen sind sie in der Tat nicht mehr zu finden. Auf der Passhöhe verhindert Kalkschieferschutt ihren Nachweis.

Profil II geht in Profil III über durch rasches Einsinken der Tauchfaltenachse gegen Westen und Zusammenpressen der verschiedenen Faltenteile zu annähernd vertikaler Schichtstellung.

Eine schöne Bestätignng für die Annahme einer Tauchfalte gibt auch das Cadonighinoprofil (Profil I, Fig. 1). Die nördliche, am Hang des Filo lehnende Masse weissen Dolomits gehört der Tauchfalte an. Deutlich sieht man von der Alp aus das Konvergieren ihrer Grenzschichten nach unten. Die etwas grasbedeckten Schiefer und Rauhwacken, die den weissen Dolomit nördlich von der Passhöhe unterbrechen, sind nichts anderes als der verkehrte Muldenkern der Falte, der als Fenster empostícht. In dessen Zentrum erscheinen hier sogar noch die Bündnerschiefer, die sehr wahrscheinlich im Zusammenhang mit den die Rundhöcker in der Campolungoebene aufbauenden Kalkschiefern stehen (vgl. p. 4). In der Scharte oben, am Cadonighinopass, sind die Schiefer beiderseits von Rauhwacke flankiert. Es ist evident, dass diese zwei etwas nach oben konvergierenden Rauhwackeschenkel dem noch geschlossenen Rauhwackegewölbe im Kern des grossen Dolomitgewölbes am Campolungopass (Profil II) entsprechen. Wir finden im Cadonighinoprofil (I) alle tektonischen Glieder vom Campolungoprofil (II) wieder, vermehrt um die Juraschiefer im Muldenkern.

Leichtes Ansteigen der Muldenachse von West nach Ost und Zusammenpressung der verschiedenen Faltenteile zu einem isoklinalen Schichtpaket unter der gewaltigen, nach Norden überschobenen krystallinen Masse des Campo-Tencia-Lappens, bringen die Ummodelung der Formen hervor, die dieselben Gebirgsglieder in beiden so verschieden struierten Profilen I und II zur Schau tragen.

Wenn man die Profile I—III der Reihe nach von Ost nach West durchgeht, so erhält man den Eindruck, dass die rasche Änderung bedingt ist durch einen zwischen Profil I und II einsetzenden hochgelegenen Widerstand gegen die vom Süden her kommende Überschiebungsbewegung. Dieser plötzlich auftretende Gegendruck wendet die Schichten von flachem Südfallen im Filo zum Nordfallen in der Meda und verursacht die absonderlichen Knetungen in der Campolungotrias (Profil II).

Ein Blick auf die Karte (27) belehrt uns sofort, dass die kristalline Masse der Massarikette, der „Sambuco-Lappen“ diese Wirkung ausüben muss, da er sich westwärts der Meda als eine den Bündnerschiefern aufgelagerte hochliegende Masse dem vorbrandenden Campo-Tencia-Lappen entgegenstellt. Die zwischen beiden Lappen eingeklemmten mesozoischen Schichten werden auf der Alp Pianascio zu einem schmalen vertikalen Bande zusammengepresst.

Überkippte Tauchfalten und tektonisch äquivalente Erscheinungen im Tessin, Wallis und den übrigen Schweizeralpen.

Die überkippten Tauchfalten, die ich im Vorhergehenden vom Campolungo beschrieben habe, scheinen im nördlichen Tessin nicht die einzigen zu sein.

Auf den Höhen zwischen Maggia und Tessingebiet in den Kalkschieferbergen gegenüber von Airolo findet man mehrere langgedehnte schmale Gneislagen, die dem Nordrand des kristallinen Maggialappens folgend den Bündnerschiefern eingelagert sind. Vielfach tauchen sie unter den überschobenen Maggialappen. Auf den Profilen zu meiner Karte in 1 : 50 000 (27, 81 b) habe ich sie hypothetisch als vom Maggialappen herunter tauchende Faltenstirnen dargestellt. Für diese etwas kühn aussehende Auffassung finde ich in den Campolungoprofilen eine gute Stütze.

Die Entstehung der überkippten Tauchfalten kann man sich folgendermassen vorstellen. Eine sich vorschiebende Deckfalte stösst mit der antiklinalen Stirne an ein Hindernis und bleibt stehen. Die Vorwärtsbewegung — gewissermassen der Vegetationspunkt — geht an andere Teile der ganzen Deckfalte über. Diese wälzen sich über die antiquierte, stecken gebliebene Antiklinal-Stirne hinweg, pressen sie in die Tiefe, kippen sie um und walzen sie zu dünnen Lamellen aus, die der Bewegungsfläche, d. h. der Basisfläche der Deckfalte angeschmiegt sind. Man könnte solche Lamellen etwa auch als „eingewalzte Antiklinalen“ oder „eingewickelte Faltenstirnen“ bezeichnen.

Verfolgen wir das Alpenstreichen vom nördlichen Tessin nach Südwest, so treffen wir auf analoge Erscheinungen im Wallis. Aus dem Simplongebiet möchte ich nur die imposante Rückfaltung im Monte Leone erwähnen, die ich bei der Konstruktion der Profile für die Simplonkarte als solche erkannt habe (21).

In noch grösserem Masstab als im Tessin scheint die Bildung von ganz analogen Tauchfalten im Unterwallis vor sich gegangen zu sein.

Dem gewaltigen Bogen der St. Bernharddecke sind nach E. Argand (23) eine ganze Reihe, von der Hauptmasse losgelöster Lamellen vorgelagert. Argands Zeichnung lässt zwar in den meisten Fällen die Art ihrer Abtrennung theoretisch offen. Im Schnitt durchs Val d'Anniviers (Profil 23) jedoch ist der Pontiskalk unverkennbar als Fenster, die kristallinen Schiefer von Niouc als überkippte Tauchfalte gezeichnet. Argand charakterisiert den Vorgang dieser Lamellenbildung trefflich durch das Wort „enroulement“ (p. 12).

Rabowski hat auch im Val Ferret diese Rückfaltungen beobachtet (26) und als „faux sinclinaux, souvent très étirés“ beschrieben. Ich selbst hatte im Herbst 1917 Gelegenheit, dieses Phänomen auf weite Strecken im Tal von Isérables und bei Châble zu verfolgen.

Die geologische Situation im südwestlichen Wallis einerseits und im Nordtessin anderseits ist insofern identisch, als beiderorts die

Stirnen liegender Deckfalten von Süden her gegen die zentralmassivische Region anbranden. Da wie dort schwimmen die zurückgebliebenen eingewalzten Lamellen im Bündnerschiefer unter der Basisfläche des „flanc renversé“ der kristallinen Schubmassen.

Es erscheint mir unabweislich, für die Entstehung dieser Lamellen da wie dort die gleichen Vorgänge als Ursache anzunehmen.

Die hier besprochenen Rückfaltungen sind nahe verwandt mit den Einwickelungen, die in den nördlicheren Alpen beobachtet sind. Lugeon hat schon 1901 die „écaille de Néocomien à cephalopode“ als Einwickelung unter die Diableretsdecke dargestellt und damit die Bedeutung dieser Vorgänge für die Alpenfaltung in helles Licht gesetzt (18, p. 729 u. 731, sowie 22). Neuerdings hat Arn. Heim die Einwickelung zur Lösung von Deckenproblemen in den nordöstlichen Schweizeralpen herangezogen (24). Auch bei R. Staub (25) spielen Einwickelungen eine Rolle in seinen neuesten Darstellungen der Faltungsphasen in Graubünden.

Das Studium der Tauchfaltungen im Tessin und Wallis bietet gewisse Vorteile vor dem der soeben genannten Alpenregionen. Die inneralpinen stratigraphischen Verhältnisse sind einfacher und die verschiedenen Phasen des Vorganges sind besser erhalten geblieben, wie mir scheint, infolge grösserer Plastizität dieser tieferen Deckensysteme im Moment der Faltung.

Darum lässt sich in dieser Alpenregion ganz besonders schönes Material gewinnen für das Studium überkippter Tauchfalten in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien.

Zitierte Literatur.

1. Fleuriau de Bellevue: Sur un marbre élastique du Saint-Gothard. Observations sur la physique etc. (Journal de Physique) Paris 1792 Tom. 41 p. 86—91.
2. H. B. de Saussure: Voyages dans les Alpes 1796. Bd. VII.
3. J. G. Ebel: Anleitung . . . die Schweiz zu bereisen. Zürich 1804. 2. Teil.
4. Carlo Amoretti: Viaggio di tre laghi. Milano 1806.
5. Ch. Lardy: Bericht über einen Ausflug nach dem Campolungo (übersetzt). Taschenbuch f. d. g. Mineralogie. C. Leonhard. I 1815, p. 69—81.
6. — Essai sur la constitution géognostique du St. Gothard. Schweiz. Denkschr. I 2. Abt. 1833.
7. B. Studer: Mémoire geol. sur la masse des montagnes entre la route du Simplon et celle du St. Gotthard. Mém. soc. géol. France. 2. série T. I. 1844.
8. L. Lavizzari: Sui minerali della Svizzera Italiana 1845.

9. B. Studer: Geschichte der Physischen Geographie der Schweiz ... Bern 1863.

10. H. Gerlach: Die Penninischen Alpen (mit Karte 1 : 200 000). Neue Denkschr. Schweiz. Nat. Ges. XXII 1869.

11. B. Studer: Index der Petrographie und Stratigraphie ... Bern 1872.

12. K. von Fritsch: Das Gotthardgebiet. Mit Karte 1 : 50 000. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz. XV 1873.

13. F. Rolle: Das südwestliche Graubünden und nordöstliche Tessin. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz. XXIII 1881.

14. F. M. Stapf: Geologische Beobachtungen im Tessintal. Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. Bd. 33, 1881.

15. A. Heim: Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz. XXV 1891.

16. T. G. Bonney: Mesozoic rocks and crystalline schists in the Lepontine Alpes. Quart. Journal geol. soc. London 1894.

17. C. Schmidt: Geologische Excursionen durch die centralen Schweizeralpen. Livret-Guide géol., Congrès géol. international 1894.

18. M. Lugeon: Les grandes nappes de recouvrement etc. Bull soc. géol. de France. (4) T. I 1901.

19. G. Klemm: Bericht über Untersuchungen an den sogenannten Gneissen und den metamorphen Schiefergesteinen der Tessiner Alpen. Sitzungsber. K. P. Akad. d. Wissensch. Berlin, 7. März 1907, XII p. 245—58.

20. J. Königsberger: Geologische Beobachtungen am Pizzo Forno und Beschreibung der Minerallagerstätten des Tessinermassivs. Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. Beil.-Bd. XXVI 1908, p. 488—564.

21. C. Schmidt u. H. Preiswerk: Geol. Karte der Simplongruppe. Beiträge z. geol. Karte der Schweiz. Lfg. XXVI. Erläuterungen Tafel III Profil 13 u. 14. 1908.

22. M. Lugeon: Sur les relations tectoniques des Préalpes internes avec les nappes helvétiques de Morcles et des Diablerets. Comptes rendus Acad. des sciences. Paris, juillet 1909.

23. E. Argand: Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz. Lief. 31. 1911.

24. Arn. Heim: Zur Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen. Beiträge z. geol. Karte der Schweiz. N. F. Lief. 31. 1911, Tafel IV.

25. R. Staub: Über Faciesverteilung und Orogenese in den südöstlichen Schweizeralpen. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. Lief. 46 III. Abt. 1917.

26. M. F. Rabowski: Les lames cristallines du Val Ferret etc. Procès-verbaux. Soc. vaud. des sc. nat. 5 Déc. 1917, p. 4.

27. H. Preiswerk: Oberes Tessin- und Maggiagebiet. Beiträge z. geol. Karte der Schweiz. 26. Lief. II. Teil. Spezialkarte No. 81. Profiltafeln 81 a u. b (im Druck).

Zur Morphologie des Zürcher Oberlandes.

Von

J. Früh (Zürich).

(Hiezu Taf. I.)

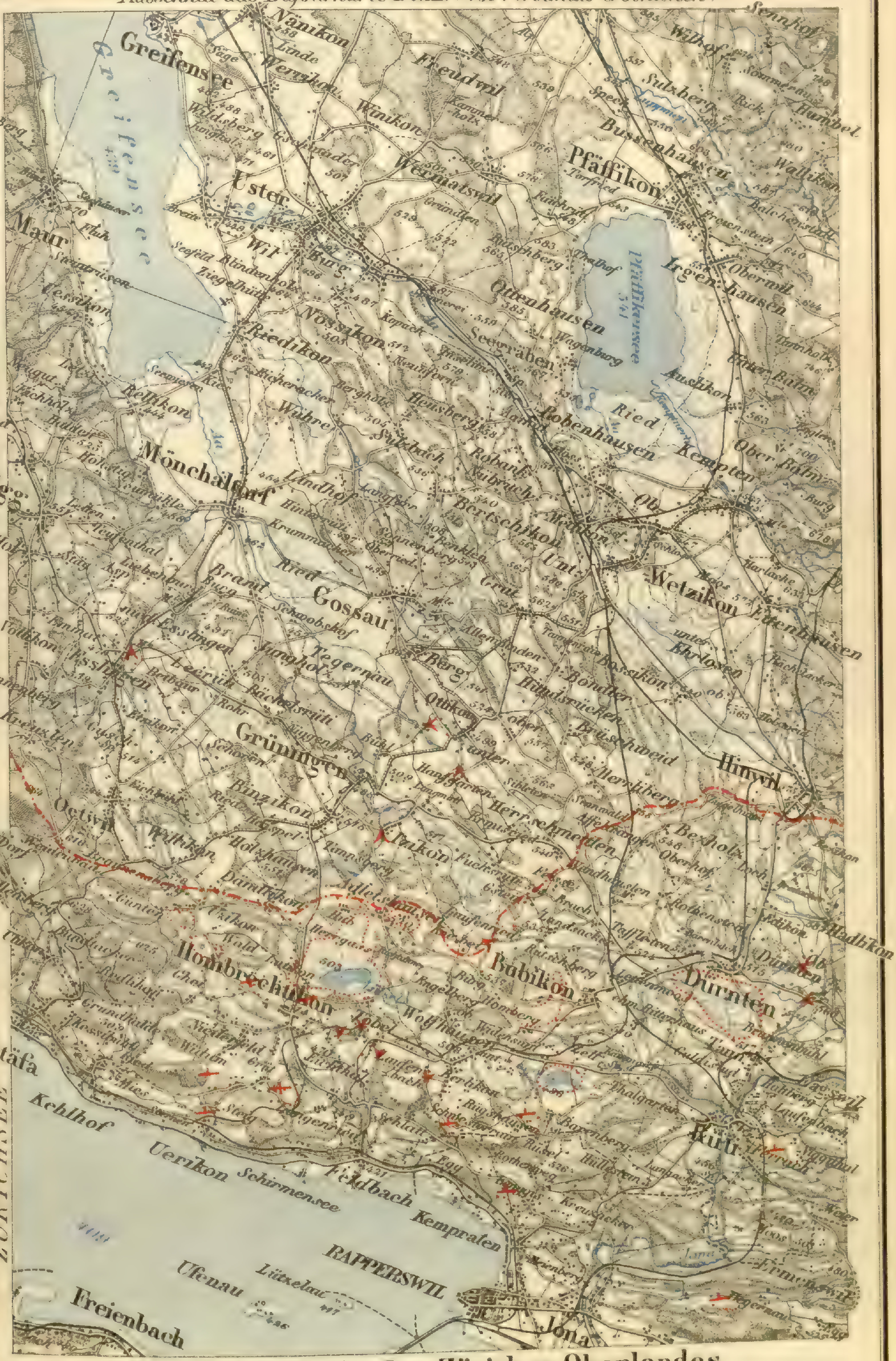
(Als Manuskript eingegangen den 11. Juni 1918.)

Napf und Glattal bilden zwei morphologische Unica der Schweiz, speziell des Mittellandes, jener als reif und neu belebte, radial durchtalte Erhebung, dieses als tote und jedenfalls im oberen Teil vorherrschend felsige Hohlform. Wie sich dem Beobachter in der innern Waadt seewärts schauend die Profillinie des Geländes als westlich geneigter Strich durch den alpinen Vorhang darbietet, so wird man auf der Strecke Effretikon-Oerlikon durch den scheinbar dem Talboden direkt aufgesetzten Alpenkranz überrascht. Und doch sind beide von dem Gebirge durch einen grossen Talsee getrennt, von dem aus „terrassierte“ Schwellen die Flachformen gegen Norden absperren. Das Glattal fällt auf durch die Weite, die Breite des Talbodens, speziell im Zürcher Oberland vom Greifen- und Pfäffikersee nach Rapperswil; beträgt sie doch zwischen den felsigen Bergfüssen des Mönchaltorfertales und Fehraltorf-Irgenhausen 7,5—8,5 km. Sie wird bloss von der Aufschüttungsebene des St. Galler Rheins unterhalb der Engen Montlingen-Götzis übertroffen. Dabei ist das Gefälle klein.

Als „Stammtal“ mag in prädiluvialer Zeit das konsequente Wäggital gedient haben, doch nur als irgend eine der möglichen Talfurchen. Für die weitere und fluviale Entwicklung müssen durchaus Linth oder Linth mit einem „Walensee-Rhein“ in Betracht kommen. Es ist ein in der Diluvialzeit ausgearbeitetes und seines alpinen Einzugsgebietes längst beraubtes, geköpftes Erosionstal.

Wie die topographische Karte zu zeigen vermag, sind die Talseiten mehr oder weniger deutlich terrassiert wie im Zürchseetal, welche Erscheinung hier vielleicht durch Meyer von Knonau (1) zum erstenmal erwähnt, aber in ihrer morphologischen Bedeutung erst durch Alb. Heim (2) 1891 gewürdigt worden ist. Dort und im Glattal werden die Terrassen von Ufermoränen der letzten Eiszeit schief geschnitten und in ihrem

Ausschnitt aus Dufourkarte Bl. IX. (1854 erstmals erschienen)


Greifensee
Nänikon
Freudwil
Pfäffikon
Pfäffikersee
Uster
Maur
Wermatswil
Nossikon
Riedikon
Ottenhausen
Seegräben
Robenhausen
Irgenhausen
Kempten
Mönchaltorf
Egg
Gossau
Bertschikon
Wetzikon
Esslingen
Grüningen
Hinwil
Oetwil
Binzikon
Herschmettlen
Bubikon
Hombrechtikon
Dürnten
Wolfhausen
Stäfa
Kehlhof
Uerikon
Schirmensee
Feldbach
Kempraten
Rüti
Rapperswil
Jona
Ufenau
Lützelau
Freienbach
Ermenswil
ZÜRICHSEE

Zur Morphologie des Züricher Oberlandes

Schweizerische Landestopographie, Bern 1918

Reproduktion vorbehalten

Massstab 1:100 000 — 0, 500 m, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Kilom.

–·–·– *Wasserscheide*

◌ *Felsbecken*

∨ *Wasserfall*

⊬ *Streichen u. Fallen der Schichten*

J. Früh

Alter nach oben bestimmt. Da durchaus ähnliche Terrassen in jedem entblössten und den Atmosphärilien ungleich widerstehenden Schichtensystem mehr oder weniger deutlich als Denudationsterrassen entstehen können, in Flusstälern, an Küsten, in Wüsten, an zahlreichen gebänderten Erhebungen wie in den höhern Gebieten des Napf (3), in der Hörnlikette, und da sie im Glatt- und Zürichseetal ohne Flusschotterreste und Anklänge an Serpentinen sind, so werden sie nach den zusammenfassenden und kritischen Erörterungen in Alb. Heims „Geologie der Schweiz“ verschieden gedeutet. In diesem engen Rahmen müssen wir uns auf die Morphologie des breiten Talbodens beschränken, einem durch die Enthauptung des ursprünglichen Tales enstandenen Neuland mit eigenartiger Entwicklung.

Darüber besteht kein Zweifel, dass dieser im wesentlichen die Endform einer reichen diluvialen Erosion und Aufschüttung darstellt, welche wir erst seit dem Mitteldiluvium etwas überblicken können, weil Reste der ältern Quartärzeit d. h. von zwei ersten Eiszeiten (älterer und jüngerer d. h. höherer und tieferer Deckenschotter) und der ersten Interglazialzeit fehlen. Sie finden sich aber in der Öffnung des Tales zum Rhein von den Tafelbergen des Irchels zur Egg und dem Stadlerberg. Man kann versuchen, sich eine Vorstellung von der totalen Austiefung des Glattales in jenen Zeiträumen zu machen, indem man die Molasseoberfläche im Liegenden des tieferen, ein angelegtes Tal anzeigenden Deckenschotters gleichförmig nach Südosten ansteigen lässt, beispielsweise diejenige des Rheinsberges in 510 m ü. M.; mit 4°/₀₀ würde die Schwelle Lützelsee-Bubikon in ca. 450 m ü. M. um 148—150 m, bei 2°/₀₀ noch 75 m höher gestanden haben als heute. Übereinstimmung besteht darin, dass in der zweiten oder Hauptinterglazialzeit ein Zürichseetal ausgetieft war und dass in dieser Periode die Alpenflüsse für das Glattal ausgeschaltet worden sind. Im jüngeren Diluvium konnten mithin noch Verwitterung, zweimalige Vereisung und lokale Niederschläge als fluviale Faktoren der dritten oder letzten Interglazialzeit am Abtrag des Zürcher Oberlandes tätig sein. Den Vorgang können wir nicht mehr ganz rekonstruieren. Zum voraus darf angenommen werden, dass die fluviale Erosion gegenüber früheren Epochen sehr zurückgetreten sein muss in Folge der Verkleinerung des Einzugsgebietes und des Totalgefälles. Welcher Unterschied besteht in der Grösse der postglazialen Erosion vom Aabach bei Uznach, der Jona Wald-Rapperswil und einer mittelländischen Sense gegenüber den Talfurchen des heutigen Oberlandes! So geringfügig man die glaziale Erosion taxieren mag, hier muss sie relativ wesentlich in Betracht kommen und es muss in unserer Aufgabe liegen, an den Bodenformen den Ausdruck der umgestaltenden Kräfte aufzudecken.

Zum voraus muss daran erinnert werden, dass die Formen im übrigen durch die Struktur oder Natur und Stellung der Gesteine bedingt sind. Unser Gebiet ist aufgebaut von obermiocänen, sarmatischen Süsswassergebilden: Nagelfluh inkl. Appenzellergranit (Feldbach-Hüllestein-Laupen), meist fest, Sandstein, Süsswasserkalk, Mergel. Die NW fallende Nagelfluh von Rapperswil ist nur 2,5 km von der nördlichen Antiklinale der dislozierten Molasse entfernt, weshalb gleichsinnige Schichten bei Jona noch bis 30° NW aufgerichtet sind, bei Ferrach mit 15°, südlich des Egelsees mit 7°, und mit dem Kapf bei Bubikon ist man in der flachen Molasse. Diese Daten lassen eine ausgiebige selektive Erosion erwarten, welche der Landschaft in der Tat vielerorts ein scharfes Gepräge gibt.

Damit treten wir dem Gegenstand näher, indem wir von SE-NW schreitend, genetisch folgende Abschnitte unterscheiden: Drei Zonen vorherrschender Erosion, dann Gebiete eiszeitlicher Aufschüttung, die Bildung der beiden Seetäler und die postglaziale Umformung.

1.

Ohne Zweifel ist das S-Gehänge der Glattalschwelle ein Teil der rechten Linthtalseite, aber nach oben nicht mehr vollständig, wie die Ansicht vom rechten Ufer und der Vergleich mit der Fortsetzung nach Westen und Osten lehren. Es ordnet sich zweifellos gut ein in den oberen Teil des ganzen Talprofils, wie es beispielsweise bei Herrliberg erhalten ist und ebenso in jene schräge grosse Fläche, welche sich oberhalb Schmerikon-Uznach bis Goldingen-Sion-Riedern deutlich gegen höhere, steilere Partien ausdehnt und welche sowohl gegen die Talmitte als talauswärts etwas geneigt ist. Die Schluchten der Uznacher Aa und der Jona folgen ihrem kürzesten Gefälle. Man erkennt die Fläche als abgeschliffenen, fein gerippten und in dieser Form bereits von H. C. Gyger 1667 charakterisierten Hang über Eggwald-Laupen bis Wald. Über die Deutung bestehen nach den eingehenden Untersuchungen in der „Geologie der Schweiz“ Unstimmigkeiten, auf die hier Raumes halber nicht eingetreten werden kann. Dagegen soll auf die zunehmende Verflachung des Talgehänges vom untern Zürichsee an aufwärts aufmerksam gemacht werden. Ist die 500 m Kurve der topographischen Karte für Zürich 500 m vom See entfernt, so steigert sich deren Abstand bis Erlenbach auf 975 m (Herrliberg und Seehalde 925 und

432), Männedorf auf 1125, am Schwellenhang des Glattales mit vermehrtem Anteil von harter Nagelfluh in einer Ausdehnung W-E von 2800 m nach dem Lützelsee auf 1925 und 2390 m, und endlich in der Richtung Rapperswil-Rüti in einer westöstlichen Distanz von 3 km auf rund 5000 m. Hier hat also eine weitgreifende Einebnung stattgefunden. Beidseitig der postglazialen Jonaschlucht sind alle Formen noch gut erhalten. Die Verebnung ist nicht auf Konto dieses Flusses zu schreiben. Im übrigen lassen sich auch davon keine Spuren entdecken und ist zu beachten, dass ja das Zürichseetal bereits in der letzten Vergletscherung die ihm zukommende tiefe Lage hatte. Die Schwelle muss diese Abschrägung und Verebnung durch das jüngere Diluvium und angesichts der ausgezeichneten Erhaltung durch die letzte Vergletscherung erhalten haben. Vom Hummelberg 492 m ü. M. E der Jona bis Kämmoos 500 m W der Jona gibt es kaum höhere Stellen, mithin auf 3,7 km ein Gefälle von ca. 2 °/oo. Ein gegen 15 km^2 grosses Gelände Rüti-Rapperswil schwankt in den Höhen um 500 m ü. M. Rütiwald und Platten-Reckholderboden sind längst als ganz auffallende, die dislozierte Molasse scharf schneidende Terrasse bekannt. und von Lee 527 m (Schwesterrain) nach W schauend, ergibt sich eine gleichförmige Abschrägung vom höheren Hombrechtikon bis Morgensonne-Trüllisberg 488 m W Feldbach. Dagegen erhebt sich fremdartig über diese Einebnungen die Nagefluhkuppe „Rüssel“ um rund 30 m. Die durch den raschen Wechsel von Nagelfluh und Sandstein mit Mergel und Kalken bedingte selektive Erosion zeigt sich hier besonders in der sehr eleganten Rippung der genannten Verebnung und in „Terrassen“. Sie ist örtlich geradezu delikat in Zerlegung der Oberfläche in im Streichen ziehende feinste Grätchen, in eigentliche, entsprechend angeordnete Inselfluren (Ferrach, Laupen-Wald, um Jona), welche vielerorts nicht mehr in 1 : 25,000 zum Ausdruck kommen, dagegen im Frühling oder Herbst durch den Gegensatz ihres Grün zu dem Rotbraun der feuchten, kalten und trennenden Streuetälchen der mergeligen Zonen. Vom Rütiwald nach W ist die Stellung der Rippen flacher, die Ausräumung der sie trennenden Mergel, Kalke, tonigen Sandsteine energischer, und während Jona-Schmerikon ein herrliches System subsequenter, geschlossener, dirigierter Flüsse aufweist, begegnet man hier stark isolierten Rippen oder Stufen, welche mehr und mehr einzeln den Charakter kleiner Terrassen annehmen. Die glaziale Erosion wurde wie jene Nachfolgeflüsse dirigiert und hat offenbar auch zur Ausräumung E-W beigetragen. Mancherorts liegt Schutt und bestanden vorübergehend durch Seekreide angezeigte flache Seelein wie im

Mösli bei Ranghausen-Uerikon. Das Seegehänge der Glattalschwelle ist terrassiert und gerippt.

Nahe der Schwelle zeigt die Karte (Bl. Rapperswil) auffallend breite Flächen, nach N und NW vom Kranz der Schwellenkuppen begrenzt. Man möchte an eine Rippung fast söhliger Molasse denken. Doch spielen lokale tektonische Verhältnisse mit. Hier oben ist man in der Fortsetzung der von Aeppli kartierten „Synklinale der Terrassen" am Zürichsee, welche fast 100 m tiefer östlich Kehlhof-Stäfa beobachtet werden kann als Stelle, wo die „rückläufigen Terrassen" in normal talauswärts fallende übergehen. Es sei nur an das Bild der Verbiegung der Terrassen erinnert, das man vom linken Seeufer aus zwischen Meilen und Stäfa hat mit der „Antiklinale" Allenberg-Auf Dorf 490 m ob Männedorf, wo die elektrische Bahn plötzlich auf der Isohypse läuft, oder die waldfreie fast horizontale Stelle höher oben in 600 m auf der Wasserscheide zwischen den Strassen Männedorf-Ötwil und Stäfa-Grüningen. Die Umbiegung ist unsymetrisch, sanfter nach NW, etwas steiler nach SE. Östlich Seeweid (NW Hombrechtikon) durchbricht die Landstrasse SE fallenden Süsswasserkalk senkrecht zum Streichen. Das war für mich die einzige sichere Stelle nebst Kropfgasse-Ober Lutikon S des Lützelsees. In Grütrain-Grütholz SE Hombrechtikon wagte ich kaum einen Entscheid, weil die anscheinend wagrechten Schichten lokal etwas zerfallen, gestört sind oder sich auskeilen. O. Herbordt (4), Bergingenieur, hat die Winkel genau zu bestimmen versucht: Seeweid 12° SE, Kropfgasse 10°, Hasenweid (ca. 1800 m S Kirche Hombrechtikon) söhlig, Dorlentobel (1500 m SW der Kirche) 5° NW, W Üri-kon 9° NW. Die Verhältnisse sind in der Tat folgende: söhlige Nagelfluh: Strassenkreuz 622,5 S Ötwil, ebenso Sandstein im „Tobelholz" ca. 570 m im Westende von Herrenholz (ca. 400 m N Seeweidsee). Das sind Stellen der oberen Biegung oder Krümmung, die „Abbeugung". Von da fallen Nagelfluh und Süsswasserkalk nach SE. Zu dem „Verbindungsstück" der flexurartigen Erscheinung gehören die Abdachungen des bewaldeten Rückens Mühlhölzli-Sennweid, die schwach gerippte Abschrägung nach Ober Redlikon, die Nagelfluh von Rain-Buch-Ober Lutikon am Lützelsee, über welchen der Süsswasserkalk weiter nach Hombrechtikon bis Grütrain-Grütholz söhlig wird. Eine zusammenhängende untere Biegung durch dieselbe einheitliche Schicht ist nicht sichtbar und bei teilweise auskeilenden Lagern nicht zu erwarten, aber unzweifelhaft stehen in NW-SE-Richtung auf eine Entfernung von 400—500 m nahezu söhlige Kalke an. Die Zone Hombrechtikon-Dörfli-Tobel-Unterer Rennweg erscheint als weites Plateau mit nur flach gründigem Boden. Moränenreste dürften sehr selten sein. Auf weite Strecken entblössen die Seitengräben der Landstrasse von Redlikon bis östlich Egelsee Süsswasserkalk oder Nagelfluh. Wie die topographische Karte lehrt, steigt dann das Terrain bald südlich Berikon zu Bühl, Hochwacht und Schwesterrain (Lee 527 m) an, welche Höhen mit Geissberg, Barenberg die Köpfe sanft nach NW einfallender Schichten, ein Rippensystem, darstellen. Zunächst wandert man auf knolligem, rotem Süsswasserkalk, welcher ob „Dorf"-Schwesterrain für hohe Strassenmauern ausgebeutet worden ist, nach Osten herrscht dickbankige Nagelfluh vor. Es besteht also auch eine untere Biegung, eine „Aufbeugung" und man erhält hier den trefflichsten Einblick in die Fortsetzung der „alpinen Randflexur" vom Zürichseetal und dies senkrecht zum Streichen auf ca. 2 km. Nach Osten wird die Umbiegung unsicher. Der Kapf westlich Ritterhaus-Bubikon ist anscheinend horizontal geschichtet. Wie die bereits von Herbordt gegebenen Profile zeigen, schneidet die schiefe Terrasse Hombrechtikon-Ürikon die Flexur und die Aufbeugung Schwesterrain ist durch glaziale Ausräumung Wolfhausen-Egelsee sichtbar gemacht.

Als konsequente Begleiterscheinung der söhligen Lage der miocänen Gebilde Hombrechtikon-Dörfli-Berlikon sind die schönen Wasserfälle zu nennen, Stellen selektiver Talbildung in Form von Stufen, bedingt durch liegende Mergel und hangende feste Nagelfluh (vgl. die Karte). Nicht bloss durch mediane und lineare Erosion, sondern auch durch Entwicklung einer befeuchtenden, nach den Flanken allmählich weniger wirksamen Spritzzone und Verwitterung, einer die normale Erosion unterstützenden Absplitterung, entstehen die bekannten hufeisenförmigen, unterhöhlten Träger der rauschenden Erscheinung. Diese runde Form heisst im Oberland „Gubel", womit auch Flühen, in andern Gegenden runde Hügel, bezeichnet werden. In der die Drumlins von Gottshaus-Bischofszell tragenden horizontalen Molasse ist der „Lauftenbach", am NW-Hang des Allmann der „Hohlestein", in der oberen Töss unterhalb der Bachscheide 794 m der prachtvolle „Laufen"; NW Fischental verzeichnet Bl. 216 den hufeisenförmigen Greisengubel, W Gibswil ist der „Gubeltätsch"; auf der linksufrigen Strasse von diesem Ort nach Wald zeigt der Ortsname „Gubelrain" dem Wanderer eine im Wäldchen verborgene Nagelfluhbank an, ebenso lehrt der Wasserfall auf Dorf-Allmend oberhalb Männedorf, dass die Terassenfläche aus diesem Gestein bestehen muss. Fein sind diese konkaven Stufen in dem unbenannten Tälchen dicht östlich Platten (Hombrechtikon), besonders bei Tobel. Auffallend ist das schmale sich gleichsam einbohrende Eichwiestobel, das plötzlich auf der Ebene beginnt, und geradezu grossartig ist der Kontrast zwischen dem schmalen Bächlein der offenen Ebene und dem bei Berlikon folgenden plötzlich durch den Laufen eingeleiteten über dreissig Mal breiteren bewaldeten Tobel.

2.

Die Schwelle zwischen Glatt- und Zürichseetal ist topographisch geneigt von rund 620 m im W bis < 510 m östlich Ritterhaus, noch tiefer NW Rüti und zeigt unter der Kulturschicht die nackten Gebilde der Molasse, selten erratische Blöcke oder Moränenreste. Sie ist vom Südrand des Lützelsees bis gegen den Kapf mehrfach gekerbt auf 520 m, 527, 526, 520 bis gegen 510 m. Endlich ist sie charakterisiert durch Felsschüsseln, See- und Moorbecken, eine Seenzone.

Die Randsiedelung „Gunten" d. h. Tümpel, Kolk, verrät die ehemalige Existenz des Üzikersees mit bis 40 m hoher südlicher Umrahmung durch SE fallende Nagelfluh, westöstlicher Erstreckung von ca. 575 m und zentraler geschlossener Kurve von 550 m. Auf seiner „Zürcher Cantons-Carte" 1667 verzeichnet C. Gyger den See, der jetzt ein ziemlich abgebautes Moor mit basaler Kalkmudde enthält. Einst war der See höher. Sein vertiefter Abfluss zum Lützelsee ist in Sandstein und Kalkplatten geschnitten. Durch eine Schwelle von ca. 5 m ist er nach Osten vom Seeweidsee getrennt, einer ringsum steil und 10—15 m hoch durch Nagelfluh und Kalkbänke umrahmten Cuvette, welche nach Norden durch den künstlich vertieften Gehrenbach nach dem Lützelsee verbunden ist. C. Gyger kennt den See nicht. An dessen Stelle zeichnet er Wald und den Bach als zweiten Abfluss des Üzikersees. Bei Verstopfung des Seeweidsees kann ein Überfliessen nach jenem stattgefunden haben. Noch heute besteht ein künstlicher und beidseitig fallender Verbindungskanal. Bemerkenswert ist im NE die steil umrahmte Bucht des Seeweidsees. Die Scheune südlich der Landstrasse steht auf einer felsigen Halbinsel. Basis des Moorgürtels Seekreide. Der 6 m tiefe und etwa 12 ha umfassende Lützelsee ist der Rest eines durch Seekreide nachweisbaren und innerhalb der geschlossenen Höhenkurve 510 m etwa 40 ha grossen Sees innerhalb eines prachtvollen Felsbeckens in Nagelfluh und Wetterkalk, welche sich bis 20 und 30 m über dem Boden erheben und am Südrand nach SE einfallen, im Norden flach liegen; N-S- und W-E-Durchmesser der Cuvette je über ein km. Nach Osten erhebt sich eine kleine gerundete und stellenweise Seekreide aufweisende Nagelfluhinsel nebst einer Zwerginsel. Das ganze Becken ist im Norden bei Adletshausen durch eine Nagelfluhschwelle gegen die Moorschüssel mit Seekreide östlich dieses Ortes getrennt. Ganz flach sind die Schüsseln bei Kühweid nördlich des Seeweidsees und von Ober Rennweg-Ober Wolfhausen. Ein reizendes Bild ist ferner der von der Isohypse 500 m eingefasste in der Talung Hombrechtikon-Rüti gelegene Egelsee 408 m („Nägelsee"). Die stellenweise bis 15 m hohe Umrahmung ist Fels: Nagelfluh vom Geissberg, Neugut und Rüti, Süsswasserkalk bei Widerzell und namentlich bei Zell, wo alte Gruben und kreideweisse Gesteinsbrocken in Äckerchen den Aufbau der Abflusschwelle begrenzen.

Eine grössere Felsschüssel enthält das Krähenried 508 m SW Bubikon, wofür die Rippen ob Häusli am Südrand einen schönen Überblick gewähren. Der südliche Teil ist von der Kurve 510 umschlossen und zeigt im Grunde etwas erratisches Material und Seekreide. Oberbösch ist eine Felseninsel. Nach N öffnet sich eine etwas höhere Bucht bis 513 m und zugleich eine Abflussmöglichkeit nach Osten bei Unter Wechsel (top. Karte No. 229 und 227). Diese Felsschüsseln bilden Teile einer Skulpturlandschaft, von der sie unmöglich getrennt werden können. Das ausgearbeitete Gelände besteht aus nacktem Felsgrund und weist weder Verkarstungen noch Flussrinnen auf. Im Zürichseetal sind alle Anzeichen der Vergletscherung vorhanden und aus der letzten Eiszeit auch Schrammen parallel zur Talachse N Freienbach und bei Schirmensee. Sicher gab es einst gewaltige Schliffflächen auf dem Südgehänge und der Glattalschwelle. Aus Mangel an deckender Grundmoräne sind sie hier kaum mehr erhalten und nur ein glücklicher Zufall bringt sie da oder dort bei Anschürfungen zu Tage, beispielsweise nach Herbordt dicht N der Richttanne (Lützelsee) bei Neuweid in SE-NW-Richtung. Der Rhein-Linth-Gletscher überflutete als schwächerer Teilgletscher in der letzten Eiszeit die Schwelle als Transfluenzstufe, bearbeitete sie lokal sofort mit Abstumpfung der Schichtenköpfe (wie auf dem Südrand des Lützelseebeckens) und Ausfurchung breiter, kurzer Breschen oder Kerben und fand nach Anordnung der Ufermoränen am Pfannenstiel einen ausgezeichneten selektiv deformierten Diffluenzsporn, einen Eisteiler. Auch die Seebecken sind zwanglos Endformen der glazialen Erosion, wie ich es für Üziker- und Seeweidsee 1907 ausgesprochen habe (5).

Wie Zusammenstellungen in Heims „Geologie der Schweiz", S. 224–384 und bezügliche Karten lehren, finden sich erratische Blöcke der letzten Eiszeit von der Südseite des Bachtels bis zum Schauenberg bei

Winterthur in Höhen von 995—870 m. Bei seinem höchsten Stand erreichte also der Rhein-Lintharm der Würmvergletscherung eine erhebliche Mächtigkeit über dem Oberland und die durch ihn bedingten Erosionserscheinungen können nicht befremden. Es drang der Gletscher mit seinem östlichen Ufer sogar ins Tösstal hinüber, wie ich 1908 auf Yberg N Kollbrunn durch Funde von Melaphyren, Sernifiten, Taveyannazsandsteinen, Spiliten, Puntaiglasgranit als Bestätigung der Beobachtungen von J. Hug und J. Weber (6) erkannt habe. Damals gewann ich auch einen Einblick in die fiederartige Zerschneidung des SE-NW von rund 900 auf 680 m oder 20°/₀₀ fallenden Plateau zwischen Glatt und Töss. Diese fast eigenartige Vergesellschaftung von etwa sechs Tälern oder Talungen und entsprechenden SW-NE streichenden bewaldeten Riedeln zwischen Bäretswil und Theilingen ist offenbar durch alte fluviale Furchen zu einer höher fliessenden Töss vorgezeichnet. Der Gletscher erweiterte die meisten in der bei Theilingen und Madetswil überraschend breiten Profilform oder schürfte breite Hohlungen aus, wie durch Hermatswil und Gündisau; mehrfach sind Endmoränen angezeigt, westlich Weisslingen, schräg nach Osten gelagerte Schotter, wie denn überhaupt sich Schotter an die Moränen anschliessen können, als Beweis, dass die Schmelzwasser extra moränisch tätig waren. Die Wasserscheidentäler bestehen aus zwei Strecken, aus einem gegen die sich vertiefende Töss mehr und mehr sich entwickelnden Flusstal mit Verdrängung der Wasserscheide gegen das tote Glattal und einem südwestlichen breiten, runden Gletscherbett.

3.

Die ungefähr nördlich Oetwil-Bubikon-Dürnten folgende Hügellandschaft mit annähernd gleich hohen Elementen ist bereits auf der ersten Ausgabe von Dufour IX. 1854 insofern besonders gewertet, als diese Karte nördlich Gossau-Berg-Unter Ottikon-Herrschmettlen akzentuiertere und grössere Formen darstellt, auf deren Besprechung bald eingetreten wird. Innerhalb der beiden Grenzlinien liegen vorherrschend Erosionsformen, dazu tritt ab und zu intercollin, angestossen als Decke oder selbständige Aufschüttung Grundmoräne der letzten Eiszeit. Andere Akkumulationen fehlen, also auch Flusschotter. Das felsige Gelände besteht im übrigen aus denselben Gebilden wie die früher beschriebenen und zeigt deshalb auch die Folgen eines selektiven Abtrages. Insbesondere wird die flache Schichtung wieder durch die charakteristischen Wasserfälle ausgedrückt. Diese überraschenden Elemente finden sich in den zwei bei der Mühle (Säge) Unter Ottikon zusammentretenden Bächlein, bei Izikon, südlicher ist die Bezeichnung „Laufenried“ oder Giessweid leitend; ebenfalls über eine Nagelfluhbank stürzt das Bächlein ins Katzentobel nördlich Ober Dürnten und ganz überraschend ist der Fall in diesem Dorfe selbst. Endlich treten die Kaskaden wieder auf bei Hinter Kloster — Esslingen. Soweit es in Worten möglich ist, mögen nun einzelne Geländeabschnitte kurz charakterisiert werden.

Stark durchschliffen und ausgeräumt ist die Gegend um Bubikon-Dürnten bis Wendhäuslen-Bezholz um die Bahnlinie Rapperswil-Wetzikon; die vorerst mehr indifferenten Rundhöcker erscheinen als Inselflur innerhalb weiträumiger, sanft welliger Ebenheiten oder flachschaligen Gebilden. Das Dürntenried liegt in einer vorherrschend glazial ausgeräumten Cuvette.

Weiträumige wellige Ebenheiten und flache Schalen in ± 500 m beherrschen den übrigen Teil auf Blatt Hinwil um Unter Ottikon über Grüningen-Binzikon-Izikon nach Adletshausen und Laufenried. Die vier ersten Orte liegen in einem Gelände mit flachgründigem Boden und vielerorts in Fels geschnittenen Strassengräben, wie Izikon-Rebacker-Platten-Binzikon-Grüningen-Hanfgarten-Islen-Unter Ottikon. Häuser sind auf die Umgebung überragende zugerundete Felsen erbaut (Grüningen, Izikon). Die zahlreichen flachen, felsigen Terrainwellen kann man kaum übersehen, beispielsweise auch oberhalb Sennhütte Izikon über Langacker nach Hanfgarten. Wie eindrucksvoll müsste die Landschaft auf einem Plan 1 : 10000 oder gar 1 : 5000 erscheinen. In dieser Gegend beginnt bereits die Umformung zu länglichen, E-W, dann SE-NW in der Richtung des sich bewegten Eises angeordneten Rundhöckern. Ein feines Beispiel bietet der 150 m westlich der angeschliffenen Strassenunterlage Hanfgarten gelegene: fein länglich, gleich einem Drumlin, nahezu E-W gerichtet, gewölbt mit steil auf das tiefer liegende Molasseplateau abgesetzten Flanken, oben rund, 20—23 m breit, mit verlassenen Sandsteingruben und eigentümlichen an ein Trockenklima erinnernden Verwitterungsschalen auf dem Rücken.

Befremdend erscheinen hohe, aufgesetzte, wahrscheinlich einen Felskern umschliessende Drums aus feiner Grundmoräne zwischen Bubikon und Binzikon, wie Vorder- und Hinter Homberg mit 563 und 568 m, der schildförmige Käsberg 549, Nippberg 551, Tannsberg 533 und Schleussberg 557, welche die Richtung des Würmgletschers genauer bezeichnen.

W der Strassenbahn Grüningen-Oetwil (Bl. Mönchaltorf) verschärft sich dieser Charakter auf der sanft nach Esslingen-Lieburgbach und zugleich nach NE abgedachten Unterlage. Bei vorherrschenden Sandsteinen treten zugleich dominierend kleinere und milde Formen auf, deren Struktur unter der allgemeinen Rasendecke nicht überall klar ist. Eines ist sicher. Dieselbe zierliche, talauswärts gleich gerichtete Ausbuchtung der Isohypsen, wie sie Bilder verschliffener Rippungen der dislozierten Molasse um Rapperswil-Jona-Laupen auszeichnen, charakterisieren auch hier das Gelände bei flacher Schichtung, verraten hier einen Parallelismus von kleinen Formen und diese müssen Rundhöcker, Drumlins der letzten Eiszeit, oder beides mit Übergangsformen sein. Flache Rundhöcker treten links und rechts von Holzhausen auf, (hier und an anderen Stellen Andeutungen deformierter Stufen), weniger scharf entwickelt bei Eulen, gegen Uezikon mit der Siedelung Gerenstöck auf Süsswasserkalk. Am Westende des Dorfes Oetwil steht Molasse an, ferner an der Strasse nach Esslingen bei Neuegg und Gusch; Hügel um Etzikon dürften wesentlich aus Sandstein bestehen (Steinbruch), wie denn von Oetwil an die Mauern an Gebäuden viel Sandstein aufweisen. Im Rinderholz NW Holzhausen schneidet die Strasse durch Sandstein, und Bächelsrüti-Vilberg haben Nagelfluh. Vielleicht sind die meisten, zarten, flachen, schmalen und NW orientierten Hügel zwischen Holzhausen-Willikon-Oetwil-Esslingen Drums, manche mit Molassekern. Der Friedhof Oetwil liegt auf Grundmoräne und das Westende vom Burstholz zeigt dasselbe betonartige Gefüge. Im ganzen oben abgegrenzten Gelände sind erratische Gesteine heute wenigstens selten, Tafelberge fehlen. Die Erhebungen sind nicht linear in Zügen angeordnet, sondern wechselständig, weshalb ehemalige Wasserrinnen nicht zu rekonstruieren wären. Die Topographie kann daher unmöglich das Ergebniss einer reifen, dichten Durchtalung sein, wenn gewiss Spülformen dieser oder jener Art in höheren abgetragenen Niveaux existierten. Sie ist auch postglazial unwesentlich verändert, eine klare, jungglaziale Gestaltung innerhalb der massigen Ufermoränen des Zürichstadiums längs des Pfannenstiels. Niemand kann sich der Tatsache verschliessen, dass die ganze Landschaft ein eiszeitliches Gepräge hat, dass sie vorherrschend aus breit konkaven und schmalen erhabenen Kleinformen der glazialen Erosion und Erhebungen glazialer Aufschüttung in Form von Drums aufgebaut ist.

4.

Dieselbe Hügellandschaft erstreckt sich noch in der Richtung Dürnten - Hinwil - Ettenhausen nach Ober Wetzikon. Dagegen ist die im SW durch schärfere NW-SE sanft ansteigende Bänke von Mönchaltorf bis Unter-Ottikon sichtbare, im Aatal bei Uster 470 m, bei Floss 517 m und westlich Station Unter Wetzikon ca. 525 m entblösste Molasse mit eiszeitlichen Aufschüttungen bedeckt, als deren massige Basis die im Aatal auf mehr als 30 m hoch aufgeschlossenen Aatalschotter auftreten. Von Breite-Langfurren bei Bertschikon im NW in ± 500 m ü. M. über Ober Ottikon-Sennwald bis Fuchsbühl 545 m nahe der Bahn N Bubikon sind dieselben auf 5,6 km vielfach auf weite Strecken als fest verkittete quartäre Nagelfluh entblösst. Dass sich wieder ein Gletscher darüber bewegt hat, wird durch die Umformung der Oberfläche in wellig gefurchte Plateaux und rundhöckerige Kleinformen parallel zur Richtung des Eises bewiesen. Sie ist identisch mit dem Schotter von Seebach bei Zürich, auf dem ich 1894 unter sehr dünner Jungmoräne einen mehrere m^2 grossen Gletscherschliff von derselben Feinheit wie auf miocäner Nagelfluh entdeckte. Den Abbau des im Querschnitt trapezförmigen, an den Flanken diskordant mit Grundmoräne belegten Schotterhügels besonders 1894/98 fleissig verfolgend, kann ich zwischen ihm und dem Aatalschotter keinen Unterschied erkennen. In beiden dieselbe etwas wechselnde Schichtung, abwechselnde grössere Verfestigung durch schlammig-kalzitisches Zement zu Bänken, grösste Verkittung zu altem Gemäuer an den Aussenflächen, vielfach lückig und nicht selten gequetschte Geschiebe (7), wie sie Gutzwiller von Ober Ottikon beschrieben und wie sie von Genf, Thungschneit und vielen andern Orten bekannt geworden sind, ab und zu hohle Geschiebe, stellenweise ziemlich häufig (Unter Ottikon, Sennwald), dieselbe Vertretung von Leitgesteinen des Rhein- und Linthgebietes mit lokaler miocäner Nagelfluh von Hüllestein-Rüti, Süsswasserkalk, gemeiner rasch zerfallender Molasse, Gerölle von 20—30—40 cm, sparsam Verrucano, Sernifit, Alpenkalk, Speernagelfluh von 80 bis mehr als 100 cm, gerundet oder stumpfkantig, ab und zu Gerölle benachbarter anstehender miocäner Nagelfluh mit unvollständig ausgelöschten Eindrücken, während Geschiebe aus älterer quartärer Nagelfluh bis jetzt nicht konstatiert worden sind, ebenso wenig Geschiebe mit erhaltenen Schrammen. Dagegen fand ich im Juli 1893 in Ober Uster, linkes Ufer der Aa, etwa N von „Stöckler“ der Karte, Grundmoräne mit geschrammten Gesteinen, bestätigt von H. Hellmund (8). Daselbst auch etwas Bänderton, eine Schicht gequetschter Geschiebe und lokal schräg NW fallende ungleich zu „Zapfensanden“ verkittete Sande, wie sie aus dem Diluvium Oberschwabens, dem Thurgau u. v. a. O. bekannt sind. Die Gerölle sind nicht von der einheitlichen Rundung derjenigen der miocänen Nagelfluh und alluvialen Flusschotters, sondern vielfach kantenbestossen. Ein Verband mit innern Moränen, einem Übergangskegel, fehlt. Die Schotter stossen alpenwärts als Erosionsfläche aus und fehlen gegen Grüningen-Bubikon, sowie im Tal von Mönchaltorf und gegen Oetwil-Esslingen. Wenn „Seebach“ zur mitteldiluvialen „interglazialen“ Hochterrasse gezählt werden kann, muss auch der Aatalschotter so alt sein; beide sind für mich strukturell einheitlich fluvioglazial, weshalb sich hier mit dem Verfasser der „Geologie der Schweiz“ S. 272—74 sofort neue Fragen aufdrängen. Angesichts der lehrreichen und wichtigen Mitteilungen von H. Hellmund über die hangenden Schieferkohlen nach Bergbautagebüchern muss bedauert werden, dass man die Verzahnung der verschiedenen Schichten von „Estrich“ (Grundmoräne), Grien (Kies), Letten „Tanggis“ (Letten?), Mergel, Schneckenletten, Kohlenschmitzen nicht mit dem Auge des heutigen Naturforschers de visu interprätieren kann. Die Altersbestimmung würde durch Aufschluss über den komplizierten Vorgang der Aufschüttung sehr gewinnen. Die Kohlen sind durch Fossilien der vorletzten Vergletscherung zugeteilt, und der letzten Eiszeit gehört nun als oberste Aufschüttung die ganze Drumlinlandschaft an, welche (nach Blatt Hinwil No. 227!) aus linsenförmigen, wechselständigen und in der Richtung des bewegten Eises angeordneten, meistens aus Grundmoräne mit 60—90% geritzten Geschieben bestehen und ab und zu an Höhe den grössten Elementen der oben beschriebenen südlichen Hügellandschaft gleichkommen oder sie übertreffen. Nachdem ich 1893 die Drumlins südlich Wetzikon erkannt und nach ausgedehnten Studien den Begriff einer entsprechenden Landschaft aufgestellt (9), hat H. Hellmund durch exakte farbige Kartierung und Wertung der einzelnen Elemente eine instruktive Darstellung des Ganzen geboten. Ohne auf Details einzutreten, ist heute zu konstatieren, dass man sich aus verschiedenen Gründen nicht ängstlich an die primäre Anforderung des Aufbaues eines Drum aus Grundmoräne halten kann, ist das nicht einmal zutreffend für die amerikanischen, irisch-schottischen und baltischen grossen Drumlinszonen. Jede grössere Drumlinsscharung zeigt vorherrschend Hügel aus mehr oder weniger deutlicher Grundmoräne, daneben Formen von „Crag and tail“ der anglo-amerikanischen Forscher, d. h. rundliche Felsen auf der Stosseite mit angesetzter Grundmoräne im Lee, ferner Hügel, in welchen eine Moränenhülle Fels oder Schotter als Kern umschliesst, endlich reine Rundhöcker. So kartiert H. Hellmund, so sind die Verhältnisse in der sub (8) beschriebenen Hügellandschaft, so um Bussnang-Griessenberg im Thurgau (10) etc. Wenn man nach der innern Struktur mit Hellmund zwischen Hügeln durch glaziale Akkumulationen (echte Drums aus Grundmoräne mit oder ohne präexistenten Kern und Kiesdrums oder Krypto-Åsar, Kames) einerseits und Hügeln glazialer Erosion (aus ehemaligen Randmoränen gebildete „Esker“, Kiesesker, Felsschliffrelikte = glaziale Felsrundhöcker) anderseits unterscheiden würde. so sind die Elemente genetisch doch nicht so scharf zu trennen, d. h. entwicklungsgeschichtlich in engerem Zusammenhang wie Kartenbild und Natur ergeben. Zum voraus scheint diese Systematik nicht ohne Missverständnis zu sein. Esker ist ein wenig gebrauchter irischer Ausdruck, gleichbedeutend mit dem schwedischen Ås (spr. Os) pl. Åser, einer durch Schmelzwasser entstandenen subglazialen, viele km langen und mit den Schrammen ziemlich parallelen Rückenbildung aus Kies und besonderem Querprofil, wie zahlreiche amerikanische Arbeiten der letzten Jahre (11) wieder zeigen. Das schottische „Kame“ = Rücken wurde mehr und mehr auf eigentümliche, dem Gletscherrand parallele, kurze Kiesrücken beschränkt. Habe ich seiner Zeit (9) den Vergleich mit Sandbänken eines Flusses gebraucht, um dem Eindruck „des Fliessenden und Gefurchten“ zu genügen, der Ablagerung vor topographischen Hindernissen, so erkannte ich doch, dass dadurch „keine allseitig befriedigende Erklärung“ geboten werde und wies hin auf die mögliche Umarbeitung von Endmoränen durch vorrückende Gletscher. Die „Alpen im Eiszeitalter“ weisen wieder auf solche Verhältnisse hin. Ich glaubte sie auf dem rechten Thurufer unterhalb der Karthause Ittingen im Thurgau feststellen zu können (12). W. Schmidle findet auf der Bodanhalbinsel die vorherrschend pflügende Umprägung von präexistenten Endmoränen zu Drumlins als Hauptursache und Ahlmann (12) erkennt W Billingen in Mittelschweden Drums als umgeformte Åser und konstatiert zugleich das Losreissen von Kalkschollen von anstehenden flachen Silurtafeln durch das Eis. Die Tätigkeit des letzteren kann die Vergesellschaftung verschiedener gleichgerichteter Drums mit Übergängen zu Rundhöckern und wirklichen Roches moutonnées zwanglos erklären. Sie entbindet uns von der Beweisführung für die mögliche Existenz ähnlich angehäufter Innenmoränen im Gletschereise, erklärt die Abwesenheit von Schotter und Schotterflächen an der äussern Grenzzone der Drumlinscharung und verträgt sich mit dem relativ sparsamen Vorkommen dieser Hügelwelt unmittelbar hinter der Moräne des Maximalstandes und der zerstreuten Verbreitung innerhalb des vergletscherten Areals im Ganzen. Sie harmoniert mit dem Eindruck des Fliessenden, der Bildung von Zwillingen, Drillingen, Viellingen, die sich auf der Isohypsenkarte so schön darstellen. Die Drumlinslandschaft mag anatomisch etwas verschiedene Gebilde umfassen, vorherrschend sind es die gleichen, und morphologisch erscheint sie als Einheit, als Endform der glazialen Erosion, im Glattal als besondere Facies eines postglazial kaum deformierten Gletscherbodens. Dass sie nach Form und Anordnung der Elemente nicht das Werk der fluvialen Zerstörung einer gegebenen Grundmoränendecke sein kann, braucht nicht weiter bewiesen zu werden. Statt der einzig typischen „Schaf- oder Schweineherde" müssten unter sich parallele lange Rücken mit rostförmiger Gliederung bestehen, gleich den nach Sven Hedin äolisch aus Löss- und Lehmschichten Zentralasiens ausgefurchten Jardangs oder den Sastrugy auf Schneeflächen Sibiriens.

5.

Von den zwei Seetälern ist das östliche, kleinere und höhere links entschieden auf grosser Strecke unter den Aatalkies eingesenkt, jünger als derselbe, aber ohne irgend eine herrschende und diluviale Flussfurche. Der gut zwei km breite Talboden ist die Fortsetzung der besprochenen Hügellandschaft Dürnten-Hinwil-Ober Wetzikon-Pfäffikersee mit Drums, Rundhöckern, fluvioglazialen ab und zu noch Schrammen aufweisenden Geschieben eines Lappens des Würmgletschers. Von der miocänen Nagelfluh der Stegenmühle (Aawiesen) muss sich nach Dr. Messikommer sel. die Molasse wenig unter Terrain nach den sichtbaren Vorkommnissen derselben um Ober Wetzikon und Kempten erstrecken. Dann folgt seewärts harter grüner Boden unter fluvioglazialen Aufschüttungen und schliesslich ein alluvialer Saum, der letztere meist mit 1—1,5 m Torf und Seekreide bedeckt. Dann wird fast die ganze Talbreite vom Pfäffikersee eingenommen, dessen Spiegel (1876) in 541 m liegt und dessen 600 m lange Zentralebene 36 m tiefer in 505 m. Der See wird unvollständig von einer Moräne des Zürichstadiums mit Maximalhöhe von 552 m oder 11 m über dem See eingerahmt. Hierauf folgt das Schotterfeld von Fehraltorf und anschliessend das durchnittlich kaum 200 m breite, in Molasse geschnittene Kemptal.

Zwei ganz fremde Hohlformen folgen sich aufeinander: ein breites Seetal mit allen Anzeichen der glazialen Erosion, dann durch Moräne und Schotterfeld getrennt ein neueres Flusstal, angelegt durch Schmelzwasser der Würmeiszeit und postglazial vertieft durch direkte Niederschläge und namentlich zahlreiche Quellen von Fehraltorf (vgl. J. Hug a. a. O.). Das Seetal hat morphologisch gar keine Fortsetzung. Die dasselbe einst erfüllende Gletscherzunge erkennt man an der Richtung der Drums, der basalen Rundung des Bachtels zwischen Ober Dürnten und Pilgersteg an der Jona, welche qualitativ an das Westende des Mt. Pélerin erinnert, endlich an der Moräne mit angesetzter Schotterfläche. Das Tal hat von der Wasserscheide Hinwil-Oberhöflerried (E Herrliberg) in rund 550 m nur ein Gefälle von 9 m oder 1,7 ⁰/₀₀ zum See, bis zur Stegenmühle ± 541 m. 2,25 ⁰/₀₀, von hier zur Zentralebene 26 ⁰/₀₀. Der Gefällsbruch deutet den raschen Übergang zum Seebecken an. Dieses kann nicht durch Einsenkung entstanden sein. Nichts verrät den Kolk eines Flusses, den man erst finden müsste. Er erfüllt zum Teil das Zungenbecken eines Gletschers und weist zentripetale Entwässerung auf. Weil See- und Kempttal morphogenetisch von einander unabhängige Gebilde sind, fällt auch der Einwand, das Seebecken liege nicht unter der Sohle der Kempt, weg. Im übrigen ist die Molasse bei Ober Illnau mit 406 m wenig über dem Flusse sichtbar, die Sohle vielleicht kaum tiefer als die Zentralebene. Bedenkt man, dass diese aufgeschüttet, die Kempt aber — wie die zahlreichen Schwellen lehren —, kräftig erodiert hat, so darf man sich nicht wundern, wenn die Flussohle bei Ober Illnau sogar tiefer als die Zentralebene liegt. Das Becken des Pfäffikersees ist in seiner Endform die Folge einer glazialen Ausräumung, und der See wird durch die Moränenreste und Schotterebene etwas überstaut. Durch den in die Nagelfluh bei Aawiesen-Robenhausen („Stegenmühle“ anno 1654) 1856 vertieften Abfluss wird der See auf dem heutigen Niveau von 541 m erhalten und damit das volkswirtschaftlich so überaus wichtige Nutzgefälle von 102 m bis zum Greifensee in 439 m ü. M.

Komplizierter ist das breite Mönchaltorfertal mit dem ebenso langen und breiten 36 m tiefen trogförmigen Felsbecken des Greifensees als direkte Fortsetzung desselben. Zweifellos ist es in seiner Gesamtheit ein Erosionstal, aber unmöglich durch die heutige Aa gebildet. Zudem fehlt ein normales Einzugsgebiet. Wollte man versuchen, oberhalb Grüningen eine mediane obere Rinne aufzudecken, etwa in der kaum 3 km, d. h. gegenüber dem Mönchaltorfertal nur halb so langen, breiten und mit mehr als 3 ⁰/₀₀ fallenden Verbindung Laufenried-Izikerried u. s. f., so ist zu beachten, dass man hier bereits in der oben erwähnten ± 500 m hohen und zwischen Unter Ottikon und Bahnhof Grüningen 2 km breiten, welligen und felsigen Verebnung ist, von der die Molasseoberfläche nach links und rechts, d. h. nach SW und NE ansteigt, so dass man sich in einer orographischen flacheren Mulde befindet ohne Spuren eines alten Flussbettes. Der Beginn des Mönchaltorfertales zeigt sich mit Vermehrung des Gefälles etwa im 1250 m breiten Querschnitt Grüningen-Islen, von wo es sich unter anatomisch nicht überall sicher festzustellenden Bodenwellen zu beidseitigen, anstehenden 3—9 m hohen Talbodenresten Jungholz-Tägernau und Oberbrand-Schwobhof-Tannsberg bei Gossau senkt, welche stellenweise sanfte Rundhöckerformen aus Nagelfluh oder Sandstein oder wenig Grundmoräne zeigen. Der Boden von Brand 455—460 m ist nach links und talauswärts allmählig abgeschrägt, so dass gegen die Talmitte nur noch eine Rippe besteht, welche in Pflugtiefe mit dem Nagelfluhrundling Buchwald 462 m verbunden ist. Ihm zur Seite steht nach links der Rundhöcker 451 m. Mönchaltorf steht wieder auf einer Schwelle oder einem NE-SW talein- und auswärts abgeschrägten Talbodenrest aus Nagelfluh und Sandstein, mit einer scheitelständigen, flachkonvexen Grundmoränendecke, die in der Talachse etwas orientiert ist, wodurch Hellmund veranlasst wurde, den Hochfurren 460 m als Drum zu taxieren. Von da an beginnen die linken Talränder schärfere Formen anzunehmen, während sich die rechte Seite mehr und mehr gegen Uster zu erweitert und zu einer über der Molassetafel „Zelg“ in NE-SW abgeschrägten Fläche entwickelt, deren nordöstlichem Rand Drums direkt aufsitzen. Solche stehen auch oberhalb Riedikon innerhalb der Talebene von SW-NE in Reih und Glied (Endmoränenrest?) als mit der Talachse parallele linsenförmige bewaldete Hügel 461, 463, 462 und 461 m; flachwellige Grundmoräne verbindet sie mit derjenigen auf der Stosseite des Riedikerberges. Schon etwas oberhalb deutet sich eine Akkumulationsstufe im Tale bei Halden an durch fluvioglazialen (?) Kies, bald folgt der Gefällsbruch zu dem tadellos trogförmigen, glatten Seebecken, an dessen Ostufer im Jungholz Rundhöckerformen erscheinen und 1893 von uns bei Tiefstand auf der Uferbank südlich Greifensee feine Gletscherschliffe unter Moräne und an der Wasserkante konstatiert werden konnten. Aatalkies fehlt im ganzen Gebiet und ist bis heute auch gegen den Pfannenstiel nirgends entdeckt worden, ebenso sucht man Flusschotter vergeblich.

Weder das Seebecken, noch der angrenzende Wildberg, noch die „Talbodenreste“ zeigen eine Terrassierung oder Anzeichen von Serpentinen oder Spuren von Flusschotter, dagegen alle Anzeichen der (letzten) Vergletscherung; Gossauer- und Niederried erscheinen in ihrer ersten Anlage als flache Ausschürfungen. Mögen uns die stellenweise fluvialen und später das Eis dirigierenden Anfänge der Talbildung verschleiert bleiben, so ist klar, dass die Gesamtheit der morphologischen Elemente ohne vorherrschende und bestimmende Mitwirkung der tatsächlichen Gletscherarbeit und des deutlichen selektiven Abtrages nicht verständlich ist, wie übrigens bereits Hellmund a. a. O. S. 55 angenommen hat.

Als Boden des toten Glattales hat das Zürcher Oberland in seinem komplizierten Verband von Kleinformen ein durchaus glaziales Gepräge, das nacheiszeitlich weder durch natürliche Abspülung, noch durch anthropogene Abschälung für Wein- und Ackerbau wesentlich geändert worden ist. Das Heute ist das Gestern. Wie in allen jugendlichen und vertikal wenig gegliederten Landschaften unseres Klimas, kommt die Ruhe des Geländes besonders in der unvollständigen Entwässerung zum Ausdruck. Wenn beim Rückzug der letzten Gletscher Schmelzwasser die Aatalfurche begonnen, postglazial die Jona auf kürzestem Wege eine Schlucht eingegraben, Wasserfälle eine bohrende Tätigkeit kleiner Rinnsale bezeugen, so bestehen daneben schleichende Bächlein, schilfige Tälchen und namentlich Moore. Die Wasserscheide zwischen Glatt und Linth ist konsequent der grössten Ausschürfung von Rapperswil-Rüti-Bubikon hier am meisten nach Norden verschoben, zieht NE-SW von Hinwil über Bezholz und Laufenried-Adletshausen nach Uezikon, mehrfach etwas unsicher durch Moore (vgl. Tafel I). Die Bahnlinie Uster-Rapperswil schneidet sie auf einer 375 m langen Horizontalen in 514.6 m ü. M. beim Strassenübergang Herrliberg-Hinwil. Zwei Tatsachen scheinen a priori nicht mit der Jugend des Oberlandes zu harmonieren, die in 1 : 25 000 messbare grosse Flussdichte (1,56 in der Landfläche nördlich des Sees Bl. Rapperswil Nr. 229 und 2 innerhalb Bl. Hinwil Nr. 227) und das zarte Relief, die feine Textur, welche zusammen als Kennzeichen einer fluvial fein zerschnittenen, reifen Landschaft gelten. Von der geringen Durchlässigkeit des Bodens, dem grossen Gefälle des Südgehänges und dem peripherischen Einfluss von Bachtel und Pfannenstiel abgesehen, ist vor allem zu beachten, dass das Gelände nirgends den Eindruck eines beherrschenden Talsystems darbietet, dass vielmehr das dominierende Moment in der Scharung von über 200 erhabenen Kleinformen mit trennenden konkaven Elementen liegt, in welchen die Gewässer weniger als Bildner, häufiger als angepasste Rinnen erscheinen. Relief und Textur sind hier nicht so sehr das Resultat einer fluvialen Durchtalung, sondern das Ergebnis der vorherrschend glazialen, vielerorts durch die Struktur bedingten Ausräumung oder der primären individualisierten Aufschüttung.

Literatur:

1. Erdk. d. schweiz. Eidgenossenschaft, I 1838, S. 116 und 128.
2. **Aeppli** A., Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, 34. Liefg., 1894.
3. F. **Nussbaum**, Mitt. bern. nat. Ges. pro 1911.
4. O. **Herbordt**, Geol. Aufnahme Rapperswil-Pfäffikon. 1:25 000. Inaug.-Diss., Univ. Zürich 1907.
5. J. **Früh** u. **Schröter**, Moore d. Schweiz, Beitr. geol. Karte, geotechn. Serie III, Bern 1904.
6. J. **Hug**, «Beiträge» N. F, XV. Lief. 1907 und J. **Weber**, Mitt. nat. Ges., Winterthur 1908.
7. J. **Früh**, Nagelfluh d. Schweiz, Denkschr. schw. nat. Ges., XXX, 1888, S. 162.
8. H. **Hellmund**, Vierteljahrsschr. nat. Ges. Zürich, Bd. 54. 1907.
9. J. **Früh**, Jahrb. nat. Ges. St. Gallen pro 1894/95.
10. J. **Früh**, Eclogae geol. helv., VIII, 1904.
11. J. W. **Gregory**, the relations of Kames and Eskers (Geogr. Journal 1912). R. D. **Salisbury** & **Wallace** W., Wisconsin Geology in Nat. Hist. Survey, Bull. V, 1900, S. 124; E. **Blackwelder** in Steinmann & Wilckens, Handb. der reg. Geologie (VIII, 2. Abt., U. S. A.), Heidelberg 1912, S. 90 u. a. Autoren.
12. Mitt. thurg. nat. Ges., XVII, Frauenfeld 1907.
13. Z. f. Gletscherkunde, Berlin 1916, S. 104; vgl. auch A. **Rothpletz**, Die Osterseen, landesk. Forschung geogr. Ges. München 1917, Heft 24.

Weitere Gesichtspunkte zur Beurteilung der Dryasflora.

Von

H. BROCKMANN-JEROSCH (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen den 23. Juni 1918.)

Eine eingehende Beurteilung von wissenschaftlichen Hypothesen verlangt wohl immer, dass diese im Rahmen der Kenntnisse und Anschauungen der Zeit ihrer Entstehung betrachtet werden. Nur so vermag man ihren Wert zu erkennen und ihren Urhebern gerecht zu werden. Auch zum Verständnis derjenigen Hypothese, die eine so grosse Bedeutung für die Entwicklung der Anschauungen über das Klima, die Ursachen und die Vegetation der Eiszeit gehabt hat und die auf Grund der Dryasflora aufgestellt wurde, sind einige historische Rückblicke nötig.

Es ist bekannt, dass in der Schweiz verhältnismässig recht frühe das wirkliche Wesen der Eiszeit erkannt worden ist. Schon vor bald 100 Jahren, im Jahre 1824, hat nämlich der schweizerische Ingenieur Venetz in der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft die erratischen Blöcke des Schweizer Mittellandes und selbst diejenigen im Norden Deutschlands auf eine ehemalige grosse Vereisung zurückgeführt. Venetz fand zwar noch recht wenig Beachtung und sein Vortrag wurde erst zwölf Jahre später publiziert.

Mehr Eindruck machte ein anderer Vertreter der gleichen Hypothese, Agassiz. Er förderte die Kenntnisse der Glazialgeologie in reichem Masse, aber anderseits hat er ihrem Ansehen sehr geschadet. Agassiz gehörte noch zu Cuviers Schule und demnach war für ihn die Eiszeit eine plötzlich eingetretene Katastrophe. Unmittelbar vor der Erhebung der Alpen bedeckte sich die Erde mit einer ungeheuren Eiskruste, deren Grenze durch die erratischen Blöcke angegeben ist. Als die Alpen gehoben wurden, schmolz das Eis und es entstanden da grosse Erosionstäler, wo am Grunde der Spalten die Ströme schmelzenden Eises zwischen ihren gefrorenen Wänden dahinflossen: die heutigen Alpentäler.

Die Verknüpfung der Katastrophentheorie mit der Eiszeittheorie wurde ein grosser Hemmschuh für die Entwicklung der Glazialogie. Die neuere Schule der Geologen, die Aktuellisten, stand ihr fremd gegenüber und Lyell, Leopold von Buch, Darwin u. a. suchten ohne Eiszeit die diluvialen Ablagerungen zu erklären. Die alte Volksmeinung führte die eiszeitlichen Ablagerungen auf grosse Fluten, auf die Sintflut zurück. In ähnlicher Weise wollte man von wissenschaftlicher Seite die glazialen Erscheinungen durch die Drift von Eisbergen im Meereswasser deuten. Die bedeutendsten damaligen Vertreter der Wissenschaft bekannten sich zur Drifttheorie, die Glazialtheorie hatte nur wenig Anhänger und entwickelte sich nur langsam.

Es ist uns heute nur schwer verständlich, wie die Drifttheorie bis etwa 1875 herrschend sein konnte. Der Grund liegt nicht nur darin, dass die Glazialogie die diluvialen Erscheinungen noch nicht restlos erklären konnte, sondern ganz besonders in palaeontologischen Tatsachen und deren Deutung. Schon der erste wissenschaftliche Interpretator der diluvialen Erscheinungen, der Schweizer Venetz, griff, um ein Beispiel für die diluvialen Verhältnisse zu geben, zu den heutigen Alpen. Gerade so, wie die heutigen Gletscher in den Alpen beinahe nur mit der Kälte in Zusammenhang gebracht werden, so sollte das Diluvium in entsprechender Weise kälter gewesen sein als die Gegenwart. Ebenso sah Agassiz eine ungeheure Kälte als die Ursache der diluvialen Vergletscherung an.

Gegen diese Ansicht sprach die Palaeontologie. Lyell machte geltend, dass $^{9}/_{10}$ der diluvialen marinen Muscheln heute noch in der gleichen Gegend lebenden Arten angehören. In Europa hätten, so machte er geltend, viele Testaceen und einige Säuger das Diluvium überlebt. Die Kälte könne also nicht so intensiv gewesen sein, dass sie alles tierische Leben vernichtet hätte, wie die damaligen Glazialisten annahmen. Die diluvialen Dickhäuter waren von den Palaeontologen als die Vertreter eines milden, warmen Klimas gedeutet worden, das eine Fortsetzung des Tertiärs sein sollte. Die Glazialisten wollten nun aber während des Diluviums ein kaltes Klima haben und kamen dadurch wiederum mit der Palaeontologie in Konflikt. Darwin brachte von seiner Reise nach Südamerika die Ansicht nach Hause mit, das eine Fauna von Dickhäutern mit einer Vergletscherung zusammen gehen könne, sobald das Klima sich durch grosse Niederschläge auszeichne. Damit war Darwin der erste, der die Folgerung auf ein feuchtes, mildes Klima während des Diluviums, wie sie selbständig von den Palaeontologen auf Grund der Tierfunde gemacht worden war, mit einer Vereisung, wie sie die Glazialisten bewiesen haben wollten, in Einklang brachte. Die Glazialisten beharrten aber auf ihrer Hypothese der Entstehung der Eiszeit durch eine Kälteperiode und damit blieben die Palaeontologen ihrerseits Anhänger der Drifttheorie. So kam es, dass diese bis 1875 die Schulansicht geblieben ist.

Die Gedankenverknüpfung einer Eiszeit mit einer Kälteperiode war und blieb in den germanischen Ländern[1]) so innig, dass jeder neue palaeontologische Fund, der die Deutung der Eiszeit als Kälteperiode zu stützen im Stande war, sehr begrüsst und aus ihm oft über das richtige Mass hinaus Folgerungen gezogen wurden. Von dem palaeontologischen Beweis der Kälteperiode hing ja der Fortschritt in der Anerkennung der Eiszeittheorie eben in gewissem Sinne ab. Die Kombination einer Eiszeit mit einer feuchten Klimaperiode lag trotz Darwin und trotz der palaeontologischen Funde damals fern. Einerseits wurden die Alpen, anderseits die Nordpolarländer als Beispiele heutiger Vergletscherungen herangezogen, ganz im Rahmen der damaligen Forschungsweisen. Die Anden Südamerikas, Neuseeland und Alaska blieben dabei ganz aus dem Spiele. Sie haben ja überhaupt niemals so viel Anreiz zur Erforschung gegeben und sind heute noch viel weniger untersucht als z. B. die Nordpolarländer.

Von Wichtigkeit waren damals die Funde des Dänen Steenstrup um 1842, der in den Torfmooren Dänemarks die Spuren eines Baumwechsels nachwies. Über den Schichten der frühern Vergletscherung folgen sich immer dieselben Ablagerungen: eine dünne Schicht von Zitterpappel mit Birke, dann Kiefer, hierauf Eiche und schliesslich die Erle. Da man im europäischen Russland die gleichen Arten finde, wenn man von Süden gegen die Baumgrenze geht, so zeige diese Schichtfolge — so nahm man an — dass verschiedene Zeiten mit verschiedenen Klimaten aufeinander gefolgt seien.

Die Steenstrupschen Untersuchungen wurden scheinbar gekrönt durch die Funde von Nathorst. Dieser nahm an der Nordenskiöldschen Polarreise teil und als er dabei 1870 Spitzbergen besuchte, drängte sich ihm, wie er wörtlich selber schreibt[2]): „der Gedanke mit unwiderstehlicher Gewalt auf, dass die Pflanzen, welche die Repräsentanten der Flora in diesem hochnordischen Lande bilden, während der Eiszeit auch über das südliche Schweden und über das Gebiet verbreitet gewesen sein müssen, das einst von dem skandinavischen Inlandeis bedeckt gewesen ist.“

---

[1]) Hier ist nur von den Ansichten in diesen Ländern die Rede. In andern Ländern, besonders in Frankreich kam es nie zu einer einheitlichen Schule, sondern wir finden noch dort verschiedene Ansichten nebeneinander.

[2]) Nordenskiöld, Studien und Forschungen, deutsche Ausgabe 1885, S. 258.

Als Nathorst nach Hause zurückkehrte, suchte er nach solchen polaren Arten in den Glazialablagerungen von Schonen in Südschweden. Er fand in der Tat in diluvialen Tonen subalpine und alpine Zwergweiden und -sträucher, darunter Dryas octopetala, die als häufigste Art den Namen für diese Flora abgab. Ja noch mehr: Nathorst kam nach Zürich zu dem damals bereits kränklichen O. Heer. Nach dessen Angaben ging er mit Messikomer nach Schwerzenbach am Greifensee und fand dort auch tatsächlich im Liegenden des Torfes des Krutzelried in diluvialen Tonen eine beinahe identische Flora.

Die Frage nach dem Klima und der Ursache der Eiszeit war bisher noch garnicht in Diskussion gezogen worden. Die Vergleiche mit den Nordpolarländern und den Alpen waren viel zu naheliegend, die Kenntnisse über Alaska zu gering. Durch die Funde von Nathorst schien die ganze Sache im Sinne einer Kälteperiode völlig bewiesen zu sein. Nach dem verdienstvollsten Vertreter dieser Hypothese nannte ich sie die Nathorstsche Hypothese[1]).

Bei den Funden der Dryasflora wurde nur immer die eine Deutung in den Vordergrund gestellt, nämlich die, welche sich auf die obere alpine und die polare Grenze der betreffenden Arten stützt. Nach ihrem äussersten heutigen Vorkommen wurden sie als polare, hochnordische, alpine oder hochalpine bezeichnet. In der Regel genügt das Vorkommen oberhalb der Baumgrenze, um eine Art als hochalpin anzusehen und durch ihr Auffinden als Fossil ein „hochalpines Klima“ während der Zeit der Ablagerung der betreffenden geologischen Schicht zu beweisen.

Dabei waren die meisten Forscher in ihrem Urteil recht befangen. Es lässt sich nicht umgehen, dies zu sagen. So wurde z. B. die Frage nach der allgemeinen Höhenverbreitung der betreffenden Arten kaum berührt. Wenn die obere Grenze nur möglichst hoch lag, so war man zufrieden, denn im Grunde verlangte der damalige Stand der Glazialogie vor allem den Beweis, dass es während des Diluviums kalt gewesen sein könne. Nun haben aber heute nur ganz vereinzelte Arten ihr Hauptverbreitungsgebiet oberhalb der alpinen Baumgrenze. Der alpinen Höhenzone können wir nur drei Arten der diluvialen Dryasflora nach ihrer Hauptverbreitung zurechnen, nämlich Salix herbacea (Salix polaris gehört offenbar ebenfalls hierher, ist aber heute nur arktisch), Oxyria digyna und Saxifraga oppositifolia. Aber auch sie „steigen“ in tiefere Zonen „herab“

---

[1]) Vergl. H. Brockmann-Jerosch. „Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Deltas bei Kaltbrunn und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit“, Jahresber. der St. Gallischen naturf. Ges., St. Gallen 1910, Leipzig 1912 (separat).

oder finden sich als „herabgeschwemmte“ Arten auf dem Schotter der alpinen Gewässer. Man ist leicht geneigt, in dem „Herabsteigen“ etwas Abnormales zu sehen und vergisst, dass die alpinen Arten doch nicht etwa aus Patriotismus oder edler Begeisterung für die schöne Alpenwelt sich diese hochgelegenen Wohnsitze gewählt haben. Es sind Faktoren sehr realer Art, die den alpinen Arten diese Standorte zuweisen. Da sind in erster Linie die Konkurrenzverhältnisse zu nennen: Bäume, Sträucher, meist auch hohe Kräuter und Gräser oder sonst eine üppigere Vegetation fehlen, ja oft ist überhaupt keine geschlossene Vegetationsdecke vorhanden. Ferner finden in grösseren Höhen die Pflanzen eine intensive Belichtung und eine relativ lange Sonnenscheindauer. Die den Pflanzenwuchs schädigenden Extreme fehlen oft dem Alpenklima. Auch in anderer Hinsicht kann es als günstig gelten, weil es z. B. einen lang andauernden und sichern Schneeschutz gewährt. Der Schneeschutz verursacht bei vielen immergrünen empfindlichen Sträuchern, wie z. B. den Alpenrosen (Rhododendron-Arten) das Vorkommen in der alpinen und subalpinen Zone und das Fehlen in der „wärmern“, tiefern. Wenn nun das Klima tieferer Zonen irgendwo geringere Extreme aufweist, so „steigen“ eben viele Alpenpflanzen herab. Der Schneeschutz ist da, wo das Klima sowieso milde ist, wie in den ozeanischen Teilen der Alpen oder in der Nähe des Meeres, eben nicht mehr nötig und das Herabsteigen wird ganz natürlich.

Etwas sehr ähnliches geschieht, wenn die Konkurrenzverhältnisse geändert werden. Warum sollte das Vorkommen der Geröllpflanze Saxifraga oppositifolia im Schotter eines Alpenflusses, wo die meisten Arten durch die Strömung zugrunde gehen, oder am steinigen Ufer eines Sees etwas Abnormes bedeuten, besonders wenn durch zeitweise Überschwemmung noch der Schneeschutz ersetzt wird? Heute findet sich Saxifraga oppositifolia am Bodensee, Empetrum nigrum in den Dünen Hollands auf Meeresniveau und Dryas octopetala mit Sesleria coerulea und Calluna bestandbildend in Westirland bei 50 m ü. M.[1] Solche Tatsachen müssen mit berücksichtigt werden, wenn man aus dem fossilen Vorkommen der Dryas und ähnlicher Arten auf heutige Vegetation und heutiges Klima schliessen will. Mit Unrecht hat man diese Verhältnisse übergangen.

Die Einseitigkeit der üblichen Betrachtungsweise zeigt sich aber auch darin, dass die Tatsache, dass neben diesen besprochenen, angeblich hochalpinen und hochnordischen noch eine ganze Reihe anderer Arten vorkommen, lange Zeit unbeachtet blieb, ja in manchen Schriften nicht mit einem Wort gewürdigt wurde. Neben der eigentlichen Dryasflora, die an den diluvialen Fundorten heute allgemein ausgestorben ist, finden sich noch heute in der Nähe lebende Arten vor. Es ist nun leicht begreiflich, dass bei Funden von Fossilien die ausgestorbenen mehr Aufmerksamkeit auf sich ziehen, als die noch lebenden. Die Phytopalaeontologen haben nur der einen Artengruppe der Dryasflora Wert beigemessen und die andere lange Zeit vernachlässigt, ja oft garnicht erwähnt. Schon in seiner ersten Arbeit über die Dryasflora[1]) erwähnt Nathorst einen Fund von Potamogeton lucens, lässt ihn aber in der Zusammenfassung und Diskussion völlig unberücksichtigt.

---

[1] Ballyraghan, County Clare am Glen Inagh. Die Dryas findet sich dort zusammen mit Rubia peregrina, Geranium sangineum, Chlora perfoliata, Ulex europaeus im Rasen von Sesleria coerulea in solcher Menge, dass sie selbst Rasenbildner ist.

Bei diesen heute noch in der Umgebung lebenden Arten handelt es sich in erster Linie um Wasserpflanzen. Die Wasserbecken, in denen der Ton abgelagert wurde, der die Dryasflora einhüllt, waren mit Wasserpflanzen besiedelt und diese haben sich regelmässig erhalten. Sie lebten an Ort und Stelle, während wir bei der Dryasflora gar keinen Beweis dafür haben, wo diese eigentlich wuchs. Das Wesentliche ist aber, dass diese Wasserpflanzen heute weder in die alpine Zone hinaufsteigen, noch polarwärts jenseits der Baumgrenze vorkommen. Die Flora der Dryastone setzt sich also aus zwei ganz verschiedenen Komponenten zusammen, die heute nicht mehr zusammentreffen.

Die Wasserpflanzen sprechen zweifelsohne gegen die Nathorstsche Hypothese. Sie blieben aber lange Zeit ganz unbeachtet, bis am Wiener Botaniker-Kongress 1905 Gunnar Anderson mit aller Entschiedenheit diesen Punkt betonte. „Meine Untersuchungen und Erwägungen der letzten Jahre“, so sagte er wörtlich[2]), „haben zu Schlüssen geführt, die die alte Auffassung von dem allgemeinen klimatischen Charakter der Dryasflora wesentlich verändert haben. Beim Abschmelzen des baltischen Inlandeises war nämlich das Klima nicht arktisch, wie z. B. heutzutage auf Spitzbergen, Nordgrönland usw., sondern viel wärmer. Dies geht aus dem Umstand hervor, dass immer Samen und andere Teile von Wasserpflanzen, wie Potamogeton, Myriophyllum, Batrachium und oft auch von Sumpfpflanzen, wie Menyanthes und andern auch in den alleruntersten (ältesten)

---

[1]) Om några arktiska växtlemningar in en söttevattenslera vid Alnarp i Skåne, Lunds Univ. Årsskrift, Tom. VII 1870.

[2]) Wiener Kongressberichte S. 59.

Teilen der Dryaszone vorkommen. Da diese Pflanzen eine relativ lange Vegetationsperiode erfordern — wenigstens vier Monate über 0° C. — und eine nicht zu niedere Sommertemperatur — wenigstens 5—6° C. für den Juli — sind wir berechtigt, auf eine verhältnismässig artenreiche und reichgegliederte erste Flora zu schliessen, die in ihrem allgemeinen Charakter mit der Flora[1]) der unteren Teile des jetzigen alpinen Gebietes von Skandinavien oder Südgrönland übereinstimme."

Anderson ist meines Wissens der erste, der durchgreifend darlegte, dass nicht nur die Dryasflora, sondern auch die mit ihr zusammengefundenen Wasserpflanzen gewürdigt werden müssen. Das war sicherlich ein Fortschritt. Hiergegen scheint es mir, dass die daraus gezogenen Schlüsse nicht berechtigt waren. Die Wasserpflanzen finden sich heute in den Alpen nicht in der alpinen Zone, wohin man die Dryasflora verlegen möchte. Es ist daher unlogisch, die Temperaturverhältnisse während der Ablagerung der Dryastone durch die Dryasflora allein oder durch die Wasserpflanzen allein bestimmen zu wollen. Ebenso fehlerhaft scheint es mir, durch Zugeständnisse gleichsam die mittlere Temperatur zwischen den beiden Extremen zu suchen. Dabei wäre ja weder die eine noch die andere Vegetation möglich. Die Lösung liegt offenbar an einem andern Ort.

Die Kritik Andersons an der alten, extremen Nathorstschen Deutung wurde, wie das zu erwarten war, widersprochen. Zuerst im Jahre 1906 wandten sich C. A. Weber und später in noch eingehender Weise der Limnologe Wesenberg-Lund dagegen. Beide gehen von der Tatsache aus, dass in hohen Breiten „gerade die Wasseransammlungen in einer besonders ungünstigen Lage sind, weil die Sonnenstrahlen den Wasserspiegel in einem sehr spitzen Winkel treffen, wogegen besonders die dem Süden zugewendeten Gebirgshänge dem Einfluss der Sonnenstrahlen in bedeutend höherem Grade ausgesetzt werden, weshalb auch solche Lokalitäten den üppigsten Pflanzenwuchs aufzuweisen haben" (Nathorst, Spätglaziale Süsswasserablagerungen, Geol. Fören. Stockholm Förh. März 1910). Unter andern Breitegraden würden sich die Verhältnisse anders gestalten. Bei einem höhern Sonnenstand würde sich das Wasser stärker erwärmen und eine reichere Wasserflora tragen. „Wenn die Wasserpflanzen heutzutage nicht so weit nach Norden gehen, so beruht dies ganz einfach darauf, dass die Dryasflora jetzt nach Breitegraden hinaufgerückt ist, wo die Littoralregion (der Seen) nicht mehr eine so viel höhere mittlere Temperatur im Sommer hat als die Luft.“ „Daher eignen sich die Wasserpflanzen auch nicht gut als Indikatoren für eine erhöhte Lufttemperatur. Vom limnologischen Gesichtspunkt aus lässt sich demnach die Disharmonie zwischen Land- und Wasserflora in den spätglazialen Süsswasserablagerungen leicht erklären.“ Nathorst hat sich dieser Hilfshypothese von Weber und Wesenberg-Lund angeschlossen und auch Andersson erklärte in der Diskussion auf dem Stockholmer Geologenkongress 1910 auf meine Einwände hin, dass er seine frühern Einwände fallen gelassen habe.

---

[1]) Gemeint ist hier die Vegetation.

Es sei mir gestattet, darauf hinzuweisen, dass diese Hilfshypothese die Disharmonie der Flora der Dryastone doch nicht aufklärt. Die Alpen liegen noch südlicher als Schweden und haben einen noch höhern Sonnenstand. Aber auch hier kommen die Dryasflora und die Wasserpflanzen nicht mehr zusammen vor, was schon Schröter in seiner „Flora der Eiszeit“ 1883 hervorhob (S. 28). Daraus geht m. E. klar hervor, dass die Deutungsversuche Webers und Wesenberg-Lunds nicht über die Disharmonie beider Floren der Dryastone hinweghelfen.

Beinahe von keiner Seite wurde jedoch die Nathorstsche Hypothese angefochten und im deutschen Sprachgebiet ist sie immer noch die herrschende Schulansicht. Nathorst persönlich geht ja sehr weit. Er erklärt die Dryasfunde alle ausserhalb der Baumgrenze gelegen und glaubt, die Strenge des Klimas habe eine lockere, den Boden nicht überall von Pflanzen bedeckende Vegetation gebildet. In dieser Form sind wenige Pflanzengeographen Nathorst nachgefolgt. Das hat aber insofern wenig zu bedeuten. Je nachdem dem einzelnen Forscher dieses oder jenes Beispiel mehr vorschwebt, wird das Eiszeitklima baldals milder, bald als strenger angesehen. Wenn auch die wenigsten Forscher der extremen Auffassung der diluvialen, grossen Kälteperiode, wie sie sich Nathorst vorstellt, so folgen sie ihm doch in der Art der Beweisführung.

In früheren Jahren habe ich wiederholt auf die einseitige Stellungnahme der Anhänger der Nathorstschen Hypothese hingewiesen. An Hand der mir naheliegenden Dryasfunde der Nordostschweiz — in anderen Gegenden der Schweiz fehlen solche — möchte ich von neuem die Unhaltbarkeit der Nathorstschen Hypothese darlegen.

J. Hug[1]) hat in neuerer Zeit die Abflussverhältnisse der Gletscher der letzten Eiszeit in der Umgebung von Zürich bei ihrem Rückzug eingehend studiert und es gelang ihm, dadurch die Gleichaltrigkeit der Moränen festzulegen. Der Rückzug der Gletscher konnte in eine ganze Reihe von einzelnen Phasen zerlegt werden und damit erhielten wir Klarheit über das relative Alter der diluvialen Fossilfundstellen in der Umgebung von Zürich. Zwischen das Maximum der letzten Vergletscherung und das Bühlstadium, dem die Moränen von Rapperswil-Hurden zugerechnet werden, schieben sich die deutlich erkennbare Phase von Schlieren und das Stadium von Zürich ein. Zwischen Schlieren und Zürich liegen eine ganze Serie gut erkennbarer Endmoränen, die dem ruckweisen Zurückgehen der Gletscher entsprechen. In Zürich blieb das Gletscherende lange bestehen und es wich dann ohne weitere Moränen zu hinterlassen in gleichmässiger Abschmelzung bis zum Bühlstadium bei Rapperswil-Hurden zurück.

---

[1]) Die letzte Eiszeit in der Umgebung von Zürich, Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, 62. Jahrgang, 1917.

Die Fundstellen sind kurz folgende:

Melingen, an der Reuss gelegen. Die Fundstelle ist unmittelbar westlich und südwestlich der Station Mellingen. Das einschliessende Material ist Schlammoräne (J. Früh in Schweiz. Tonlager, Beitrag z. Geol. d. Schweiz) in direkter Verbindung mit den Moränen vielfach durch den Gletscher gestaucht. Auffallend ist hier die grosse Zahl von Salix reticulata-Blättern und das sozusagen völlige Fehlen der andern Fossilien. Es ist nur ein Blatt von Betula nana gefunden worden. Die Schlammoräne von Mellingen gehört in das Maximum der letzten Vergletscherung.

Nieder-Weningen, im Wehntal. Die Zunge des Linthgletschers hatte während des Maximums der letzten Vergletscherung eine Abflussrinne durch das Wehntal und das Surbtal in die Aare. Über dem Schotter des Gletscherabflusses lagen die berühmten Mammute mit Fichte und anderen Pflanzen. Die Mammute lebten hier mit Bäumen zusammen, „während oder kurz nachdem das Gletscherende der letzten Vergletscherung bei Schöfflisdorf stand“ (Heim, Geologie der Schweiz, S. 315).

Bonstetten, westlich der Albiskette. Die spärlichen Reste der Dryasflora sind in Ton gebettet, der als eine „glaziale und postglaziale Bildung in einem Schmelzwassersee“ (Lugeon, Schweiz. Tonlager, S. 371) anzusehen ist. Der untere Teil des Tones bietet Fossilien; es sind Betula nana-Blätter in einer Unmenge von Charapflanzen, die man am Verlaufe der einstigen Äste und Zweige jetzt durch weisse Kalkschüppchen im Ton sich abzeichnend, erkennt. Die Tonbildung erfolgte beim Rückzuge des Armes des Reussgletschers während des Stadiums von Bonstetten.

Hedingen, südlich von Bonstetten. Es ist eine ganz analoge Bildung mit einer Dryasflora aus der jüngeren Zeit, aus der Zeit des Stadiums von Hedingen.

Schönenberg, westlich Richterswil. Es handelt sich um einen Glazialton mit einer spärlichen Dryasflora, der älter ist als das Zürichstadium, aber jünger als das Stadium von Schlieren. Die Dryasflora kommt mit Spuren der heutigen Wasserflora vor.

Krutzelried bei Gfenn, Schwerzenbach. Auf Moränen des Stadiums von Zürich liegt ein fossilreicher Ton, der bestuntersuchte der Schweiz. Seine Flora haben Schröter und Neuweiler dargestellt und letzterer hat ausserdem den Torf durchforscht. Der Ton ist Gletscherschlamm mit vielen Resten von heutigen Wasserpflanzen. Nach oben ist der Ton vielfach mit dem Torf verkeilt, woraus hervorgeht, dass bei der letzten Phase der Tonablagerung bereits die Torfbildung stark eingesetzt hatte. Schon die untersten Torflagen zeigen die Reste heutiger Laubbäume, wie Eichen und Linden.

Fossilfunde der letzten Vergletscherung im Linth- und Reussgebiet.

	1. Maximum der letzten Vergletscherung	2. Zwischenstadien zw. Schlieren- und Zürichstadium		3. Zürichstadium		4. Bühlstadium
		Stadium von Bonstetten	Stadium von Hedingen			
Melingen:	Dryasflora					
Niederweningen:	Mammuth und Fichte					
Bonstetten:		Dryasflora mit heutiger Wasserflora				
Hedingen:			Dryasflora mit heutiger Wasserflora			
Schwerzenbach:				Dryasflora mit heutiger Wasserflora im Ton, Eichenflora im Torf		
Niederwyl:					Dryasflora mit heutiger Wasserflora	
Kaltbrunn:						Ei

Niederwil bei Frauenfeld. Die Ablagerung gehört in Bezug auf sein Alter in die Zeit zwischen Zürichstadium und Bühlstadium. Sie bietet Dryasflora und heutige Wasserpflanzen.

Glaziales Delta von Kaltbrunn. In einer eingehenden Arbeit habe ich die Flora und Vegetation der in das Bühlstadium gehörenden Ablagerung dargestellt. Es handelt sich um eine Vegetation von Laubbäumen mit Koniferen, die direkt neben dem Gletscher wuchs. Die Hauptvegetation bestand aus einem Eichenmischwald.

Im Zusammenhang mit dieser Tabelle müssen wir folgende Tatsachen hervorheben. Die Dryasflora findet sich einzig in den Tonen, niemals aber in den mit Ton überlagernden Torfen, worauf schon Schröter aufmerksam machte. Die Tone sind fluvio-glaziale Bildungen. Da ihre Ablagerung und zugleich die der Dryasflora sofort aufhört, nachdem die Gletscher sich zurückgezogen haben, kennzeichnet sich die Dryasflora als eine lokale und zeitlich beschränkte Erscheinung.

Ausserhalb der Vereisung hat man in ganz Mitteleuropa nie irgend welche Spuren der Dryasflora oder überhaupt von Pflanzen gefunden, die der baumlosen Tundra im Sinne der Nathorstschen Hypothese entsprechen würden. Alle Moore und Tuffe in den nicht vereisten Gebieten haben bis zur heutigen Stunde ein negatives Ergebnis geliefert, ein Umstand, der sicher zu denken gibt. Die Conchylien-Fauna der Tuffe weist umgekehrt auf eine grosse Konstanz hin, doch erlaubt der Raum nicht, darauf einzutreten.

Die Torfe der Schweiz geben, wenn sie sich auch durch das Fehlen der Buche und Fichte in den untersten Lagen und das Vorherrschen der Eichen scharf kennzeichnen, doch Forderungen an Klimaansprüche an, die im Grossen und Ganzen den heutigen nahestehen.

Wir haben durch diese durch Hug durchgeführten Altersbestimmungen festgestellt, dass während an einem Orte bereits die Fichte und die Eichen wuchsen, am andern noch eine Dryasflora sich ablagerte. Die Dryasflora im Gebiete der Linth und der Reuss bildet demnach nicht einen einheitlichen Horizont, sondern sie lagerte sich zu verschiedenen Zeiten ab und zwar gleichzeitig mit der Flora, für die wir die Eichen als charakteristisch ansehen müssen. Die Dryasflora darf demnach auf keinen Fall als die allgemeine Vegetation der damaligen Zeit angesehen werden.

Man kann sich nun sehr wohl vorstellen, dass die Dryasflora während der Abschmelzungsperiode als erste Vegetation die freien Moränen und Schotter besiedelte. Damit ist sie durch Bodenverhältnisse und vielleicht auch durch die Nähe der Gletscher bedingt. Mit gleichem Rechte aber kann man sich fragen, ob die Dryasflora nicht auf den Obermoränen der Gletscher wuchs oder sogar im Eise eingefroren aus dem Gebirge hertransportiert wurde. Wir haben vorläufig weder für die eine noch die andere Ansicht Anhaltspunkte.

Auf alle Fälle zwingen uns diese Verhältnisse, vorsichtig gegen die Deutung der Dryasflora zu sein. Ganz besonders ist es die Disharmonie zwischen ihr und der immer mit ihr vorkommenden Wasserflora, die zum Aufsehen zwingt. Ich glaube deshalb, wie ich dies früher schon mehrfach angeführt habe, von der Nathorstschen Hypothese absehen und die Lösung des Problemes der Vegetation des Klimas und damit auch der unmittelbaren Ursache der Eiszeit in einer ganz andern Richtung suchen zu müssen.

Eine Eiszeit können wir uns — vorläufig rein theoretisch gesprochen — auf zwei verschiedene Weisen entstanden denken. Erstens durch eine Periode mit niederer Temperatur. In diesem Falle werden die Niederschläge in vermehrter Weise in fester Form fallen und die Schmelzung des Schnees verlangsamt werden. Bei dieser Art der Entstehung einer Eiszeit behalten die Niederschläge ihre grosse Wichtigkeit bei. Hätten die Faktoren, die die niedere Temperatur verursachen, zu gleicher Zeit eine Abnahme der Niederschläge zur Folge, so könnten die Gletscher nicht wachsen. So finden wir bekanntlich gerade am Kältepol der Erde ein bewaldetes Land ohne Vergletscherung vor.

Es ist nun nicht denkbar, dass ein einzelner Klimafaktor sich allein ändere. Eine Abnahme der Temperatur, welche ein Sinken der Baumgrenze von 2000—2500 m auf 300 m ü. M., wie es Nathorst als bewiesen annimmt, veranlassen würde, ohne dass die andern Klimafaktoren sich ändern würden, ist vom klimatologischen Standpunkt aus undenkbar. Da das Klima nun nach den meisten Forschern ein kontinentales gewesen sein soll, so kämen wir damit zu einer so kleinen Niederschlagsmenge, dass diese zu einer so starken Vergrösserung des Eises garnicht ausreichen würde.

Der zweite theoretische Fall ist die Vermehrung der Niederschläge ohne wesentliche Änderung der Durchschnittstemperatur. Die Gletscher wachsen an und zu gleicher Zeit nahmen die Luftfeuchtigkeit und Nebelbildung zu, die Einstrahlung und Ausstrahlung werden verkleinert und damit die Abschmelzung vermindert. Ein solches Klima würde ein rasches Anwachsen der Gletscher zur Folge haben. Es würde aber auch zu gleicher Zeit das Vorkommen der Wasserflora der Dryastone, wie der Dryasflora selbst gestatten. Warum sollten nicht am Rande der Alpenvereisung solche Verhältnisse geherrscht haben, wie heute in Neuseeland, in den südlichen Anden oder in Alaska? Die Frage liegt ungemein nahe, ist aber trotzdem nur selten erwogen worden. Wohl der erste, der auf diese Verhältnisse hingewiesen hat, war Darwin, wie ich das bereits erwähnte. Ausserdem hat Oskar Drude jene Gegenden zum Vergleich herangezogen. In einer Arbeit „Betrachtungen über die hypothetische vegetationslosen Einöden im temperierten Klima der nördlichen Hemisphäre zur Eiszeit“, welche 1889 in Petermanns Mitt. S. 282—296 erschien, findet Drude, es sei mit Unrecht die Ansicht: „wo Eisbedeckung war hatte keine Vegetation Platz“ zum Grundsatz erhoben worden. Dieser sei von folgenschwerer Bedeutung für die Anschauung von den ersten Besiedlungsverhältnissen nach der Eiszeit geworden. Drude hält dem entgegen, dass bei starker Gletscherausdehnung in verhältnismässig mildem Klima die alpine Region zwischen Wald und Eis zurücktritt und dass Wälder und Gebüsche unvermittelt mit dem überdauernden Eise in Berührung stehen. In Alaska seien die Moränen der dortigen Gletscher mit Gesträuch und Dickicht von grosser Mächtigkeit bedeckt, so dicht, dass es viele Stunden voll Anstrengung kostet, um sich nur eine Meile weit durchzuarbeiten. „Diese Voraussetzung ist also nicht richtig, dass da, wo man die Wirkung verschwundener Gletscher geologisch erkennt, das Land zur Zeit jener Eisbedeckung notwendigerweise eine Einöde gewesen sein muss“. Nathorst wandte sich gegen die Drudesche Ansicht. Ganz besonders mit dem Hinweis auf die Dryasflora sagte er, die theoretische Möglichkeit für solche Verhältnisse wäre wohl gegeben, aber die Dryasflora beweise eben „aufs Entschiedenste, dass das Klima mit der Abschmelzung des Eises während langer Zeitabschnitte so streng war, dass nur solche extreme Glazialpflanzen, wie Salix polaris und Dryas octopetala dieselben ertragen konnten“. Drude hat sich nicht weiter über diesen Punkt geäussert und wohl seine Einwände fallen gelassen.

Es erübrigt noch, auf neue Forschungen hinzuweisen, die zeigen, dass vieles dafür spricht, dass wir im Alpengebiet sehr ähnliche Verhältnisse während der Eiszeit gehabt haben, wie sie heute in ozeanischen, vergletscherten Gebieten vorkommen. Ich möchte hier auf einen Aufsatz in Hettners Geograph. Zeitschrift, Heft 12, 1915 hinweisen. Wilhelm Wolf schreibt: „Der ungeheure Eisfächer des Malaspina-Gletschers nimmt eine Fläche von etwa 3900 qkm ein, das heisst er ist beinahe so gross wie die Fläche der Kantone Zürich, Schwyz und Luzern zusammen, und beinahe dreimal so gross als das Ausbreitungsgebiet des Linthgletschers mit dem Walensee-Arm des Rheingletschers zusammen während der letzten Eiszeit. Aus grösserer Entfernung betrachtet, sieht er wie eine ungeheure weisse Hochfläche mit kulissenartigem Alpenhintergrund aus, die im Südwesten und

Süden von einem niedrigen Landstreifen umzogen zu sein scheint. Kommt man näher, so wächst dieses Land und verbirgt mehr und mehr den sanft gewölbten Eisschild dahinter. Man erkennt, dass es ein Waldland ist, und wie das Schiff noch näher heranfährt, so unterscheidet man darin zwei Stufen. Zunächst dem flachen Strand ist das Waldland mehrere km weit ganz niedrig; mehrere Flüsse mit breiten, kahlen Sandbänken durchlichten es. Dann kommt ein Anstieg und dahinter wieder weit ausgedehnter, ebener, lichter Wald, über den nur eine feine, weisse Eislinie hinwegschimmert. Die vordere Ebene ist das bewaldete Schottervorland des Malaspina, der nur im Nordwesten eine Strecke weit mit seinem Eiskliff an den Ozean reicht. Die zweite Stufe des Waldlandes aber ist, so unglaublich es klingen mag, bewaldetes Gletschereis. Natürlich stehen die Bäume nicht unmittelbar auf dem Eis. Diese ist vielmehr mit einer Ablationsmoräne von 3—4 Fuss Stärke bedeckt, einer lehmig sandigen Erdmasse, die aus dem in der 5—8 km breiten Waldzone nur 100 bis 400 m dicken Eis ausgetaut ist. Je weiter vom Rande, um so schwächer wird die Moräne, die flachbewurzelten Fichten und Erlen verschwinden, hie und da zeigt sich reines Eis an der Oberfläche, und schliesslich steht man auf der blendenden, flach welligen Gletscherfläche. Russel schätzt die Waldzone des Malaspina auf 52—65 km^2, also so gross wie der Zürichsee (ohne Obersee).

Am Nunatakgletscher lässt sich folgendes zeigen:

„Während der alte Moränenkranz reifen Nadelhochwald trägt, sahen wir auf der Strandterrasse jüngeren Wald von Espen (cotton wood) und Erlen mit zerstreuten Fichten. Nähert man sich dem jetzigen Gletscher, so werden die Fichten, obwohl gesund und mühelos wachsend, immer spärlicher, und es bleiben fast nur Espen, Erlen und Weiden übrig, nahe dem Eise sieht man auch keine Espen mehr. Es ist also, obschon das Klima allen genannten Gewächsen zuträglich ist, doch eine ganz bestimmte Marschordnung in ihrem Vordringen: zuerst schnellwüchsige Blumen und Gräser und rasch erwachsende Buschformen, dann die Espen und zuletzt die Fichten und Hemloks. Wie wohl sich die Vegetation befindet, lehren zwei Erscheinungen aufs Deutlichste: das untere, auf flachem Schottergrund an der Disentchantment-Bucht ausgebreitete Ende des „Bunten Gletchers" liegt ziemlich tot und hat sich mit Moränenschutt bedeckt. Besteigt man den Rand, so sieht man einen Kilometer weit nichts vom Eise, sondern nur steinige Hügelchen und dazwischen klare Teiche. Die Hügel haben einen Eiskern und die Teiche erhalten ein gut Teil Schmelzwasser, aber trotzdem wuchert dort dichtes Erlengebüsch. Manche

Sträucher stehen schief, andere sind ganz verrutscht und in Schutt begraben, weil der Eisboden unter ihnen wegschmilzt. Es ist ein ganz merkwürdiger Eifer, mit dem die grüne Lebensmacht in diesen wüsten Gefilden Fuss zu fassen strebt!"

Auch in den Moränenteichen von Alaska lagert sich, wie Tarr berichtet, aus schlammigem Schmelzwasser feiner grauer Ton ab; Blätter von Buschweiden und Erlen, von Lupinen und andern rasch dort aufspriessenden Pflanzen mögen hineinflattern und eingebettet werden, ganz wie die Weiden- und Zwergbirkenwälder unserer deutschen Spätglazialflora; bleibt ein Teich bestehen, so werden sich später die Blätter von Espen hinzu finden und schliesslich kommt der Fichtenwald entsprechend unserem Föhrenwald.

Das legt Wolff den Gedanken nahe, dass die Reihenfolge: Dryasflora, Populus tremula und Birke, Kiefer und schliesslich Eichenflora eine Sukzession darstellen, wie die Neubesiedlung des vom Eise freigewordenen Bodens in Europa vor sich gegangen sei. In der Tat lassen sich viele Gründe anführen, die dafür sprechen. Man darf noch in diesem Zusammenhange auf die Tatsache aufmerksam machen, wie häufig Populus tremula und Kiefer neuen Boden als erste Baumpioniere besiedeln. Die letzten Bäume der polaren Baumgrenze sind Föhre, Fichte und Birke, aber niemals Pappeln, wie diese auch der alpinen Baumgrenze fehlen.

Sollten die Verhältnisse von Alaska im Grossen und Ganzen ein Bild der diluvialen Zustände Mitteleuropas bieten, dann müssten wir auf ein feuchtes und mildes, also ein ozeanisches Klima schliessen. Dieses ist mild genug, um die Wasserflora der Dryastone zu gestatten und zugleich ist es ja das feuchte, gleichmässige Klima, das das Herabsteigen von Höhenpflanzen auf das Meeresniveau fördert. Die vermehrten Niederschläge und die gleichmässigen Temperaturverhältnisse sind in diesem Falle die Ursache der Eiszeit.

Zur Geologie von Leuzigen,

mit einem Überblick über den geologischen Bau des westlichen Bucheggberges.

Von

E. Baumberger, Basel.

Mit einer Kartenskizze und 5 Profilen (Taf. II).

(Als Manuskript eingegangen am 27. Juni 1918.)

Der Bucheggberg, ein breiter Molasserücken mit ausgedehnten Waldungen und fruchtbarem Ackerland, trennt westlich der untern Emme bei Solothurn die weiten Schwemmebenen des Aare- und Limpachtales. Der östliche und südliche Teil desselben ist solothurnisches Gebiet; der Nordhang mit den Gemeinden Leuzigen, Arch, Rüti, Büren gehört zum Kanton Bern. Die Gemeinde Leuzigen, ungefähr in der Mitte zwischen Solothurn und Büren gelegen, greift weit in die Alluvialebene der Aare hinaus, umfasst aber auch grosse Gebiete des Molasserückens. Die orographischen Züge, die den Nordrand des Bucheggberges charakterisieren, sind bei Leuzigen besonders scharf ausgeprägt. Insbesondere sind es aber die interessanten geologischen Verhältnisse, welchen ich seit vielen Jahren meine Aufmerksamkeit geschenkt habe. Ihrer Besprechung sind die nachfolgenden Mitteilungen gewidmet. Ich mache, der spätern Darstellung vorauseilend, auf die ausgedehnten Kalktufflager der Gemeinde aufmerksam, welche in frühern Zeiten die umliegenden Gebiete mit einem geschätzten Baumaterial versorgten.

Bei unseren Erörterungen sind wir genötigt, gelegentlich über den engen Rahmen des Gemeindegebietes, dessen geologische Verhältnisse in der beigefügten Kartenskizze dargestellt sind, hinauszutreten; es ist für das Verständnis unserer Ausführungen von hohem Wert, die Beziehungen des kleinen Geländeabschnittes zum ganzen Bucheggberg im Auge zu behalten. Dies gilt namentlich für die Darstellung der Lagerungsverhältnisse der Molasse. Wir erweitern diese Angaben zu einer gedrängten Übersicht über den geologischen Bau des westlichen Bucheggberges. Zu diesem Zwecke sind der Kartenskizze einige Profile des genannten Gebietes beigegeben. Unsere Mitteilungen über den Nordrand des Bucheggberges bei Leuzigen können dadurch nur gewinnen.

1. Überblick über den geologischen Bau des westlichen Bucheggberges.

In steiler Schichtstufe fällt der Südrand des Bucheggberges fast ungegliedert zur Ebene des Limpachtales ab. Der Nordrand des Hügelzuges zeigt im Gegensatz zum hohen Südrand eine grössere orographische Detailgliederung. Durch einen ansehnlich breiten Streifen glazialer Bildungen ist der Molassesockel hier verhüllt; dieser Streifen bildet eine den ganzen Nordrand des Hügelzuges begleitende, vielfach terrassierte Übergangsstufe zwischen der Aareebene und dem breiten Bergrücken. Zahlreiche Bäche haben den Nordrand des Molasserückens und vielerorts auch den vorgelagerten glazialen Geländestreifen durchfurcht, gelegentlich auf letzterem Schuttkegel aufgebaut. Mehrere stattliche Ortschaften zwischen Solothurn und Büren finden sich jeweilen am Ausgang eines gegen das Aaretal geöffneten Molassetälchens, zum Teil auf Schuttkegeln, so die Dörfer Leuzigen, Arch, Rüti. Aber nicht nur der Nordrand, auch die breite Hügelfläche ist gegliedert. Von Gossliwil an ostwärts trennt das Biberntal den Rücken des Hügelzuges in einen höhern südöstlichen und in einen niedrigern nordwestlichen Abschnitt.

Am Aufbau des Bucheggberges beteiligen sich oligocaene und miocaene Molassebildungen. Die oligocaene ältere Schichtserie setzt sich zusammen aus bunten Mergeln, oft mit Kalkkonkretionen und grauen, tonigen und daher meist weichen Sandsteinen mit gesimseartig vorspringenden Knauerlagen. Der tiefste zu Tage tretende Horizont dieser Gesteine am Bergsockel gegen das Limpachtal (z. B. bei Balm) dürfte stampisches Alter besitzen. Die miocaenen, sicher marinen Bildungen bestehen aus drei verschiedenen Gesteinshorizonten, die nach ihrem geologischen Alter das Untermiocaen = 1. Mediterranstufe = Burdigalien = Helvétien (Rollier) repräsentieren. Über den bunten oligocaenen Mergeln folgt der untere Muschelsandstein mit einer Mächtigkeit von 3—5 m, der vielerorts durch Aufnahme kleiner bunter Gerölle kristalliner Gesteine in eine Nagelfluh übergeht und früher als Mühlestein und Baustein an vielen Stellen ausgebeutet worden ist. Das Volk kennt diese Gesteinslager unter dem Namen „Mühlefluh". Am Bürenberg konnte ich darin Haifischzähne nachweisen. Gelegentlich enthält der Zement der Nagelfluh reichlich Fragmente mariner Muscheln, so im Sonnenraingrübchen auf der Südseite des Bürenberges und im Salacker bei Schnottwil. Studer beschreibt dieses Gestein als „Muschelnagelfluh". Darüber folgen ca. 80 - 100 m graue, weiche, glimmerreiche Sandsteine, oft in mächtigen Lagern homogen entwickelt, oft aber auch mit Einlagen harter Knauern, die zonenweise angeordnet auftreten. Im Dach der grauen Sandsteine ist der obere Muschelsandstein entwickelt, der im Bockstein südlich Hessigkofen in zwei durch homogene weiche Sandsteine (alter Sandsteinbruch im Obern Bockstein) getrennten Niveaux auftritt. Das tiefere Niveau ist im Untern Bockstein durch Steinbruchbetrieb auf wenigstens 15 m aufgeschlossen. Östlich vom Obern Bockstein und am Schöniberg tritt das dünnbankigere, höhere Muschelsandsteinlager an die Erdoberfläche, am Schöniberg in einer Mächtigkeit von 6—7 m angeschnitten.

Unsere Profile zeigen, dass der Bucheggberg sich aus einem Gewölbe und zwei flachen Mulden aufbaut. Die miocaenen Sedimente sind in ihrer heutigen horizontalen Verbreitung auf die südliche Mulde und auf den Bürenberg beschränkt. Die oben kurz geschilderten Molassegesteine sind faziell gleich entwickelt wie im Jensberg und Büttenberg bei Biel¹). Der Nordrand des Bucheggberges gegen das Aaretal und ebenso die Mittelzone längs des Biberntales bietet infolge der ausserordentlich starken Bedeckung mit glazialen Ablagerungen nur spärliche Aufschlüsse der Molasseunterlage. Diesem Umstand ist es zuzuschreiben, dass der Nordrand des Hügelzuges in meiner ersten kleinen Mitteilung über den Bau des Bucheggberges als Nordschenkel eines flachen Molassegewölbes aufgefasst wurde²). Die seither durchgeführte geologische Kartierung des ganzen Bucheggberges hat nun gezeigt, dass die Schichtserien der Molasse am ganzen Nordrande schwach gegen den Berg einfallen und somit auch der Bürenberg und der zwischen Aaretal und Biberntal gelegene Gebietsstreifen eine flache Mulde darstellen. Wir verweisen auf die dieser Mitteilung beigegebenen Profile.

Im Stromstrich des diluvialen Rhonegletschers gelegen, war zeitweise der ganze Hügelzug unter Eis begraben. Der Bucheggberg ist ein gewaltiger Rundhöcker. Als eiszeitliche Bildungen treffen wir mächtige wasserzügige Schotterfelder und lehmige, wasserundurchlässige Grundmoräne. Über ihre horizontale Verbreitung und Höhenlage in unserem Gebiet und über ihre gegenseitigen Beziehungen gilt folgendes: Schotterfelder in beträchtlicher Ausdehnung und Mächtigkeit bedecken den Rücken des Molassezuges zwischen Aare und Biberntal mit Ausnahme des Bürenberges. Das Gebiet des südlichen Muldenzuges entbehrt östlich Schnottwil der Kiesfelder. Sie werden in der

---

¹) Eine ausführlichere Beschreibung der Gesteine findet sich in E. **Baumberger**: Beiträge zur Geologie der Umgebung von Biel und Grenchen. Mit 1 Profiltafel und 5 Textfiguren. Verhandlg. der Naturf. Ges. Basel. XXVI. 1915.

²) E. **Baumberger**: Über die Molasse im Seeland nnd im Bucheggberg. Verhandlg. der Naturf. Ges. Basel. XV. 1903.

geologischen Literatur als Plateauschotter bezeichnet. Im Verhältnis zu ihrer bedeutenden horizontalen Ausdehnung im südwestlichen Gebietsstreifen treten sie nur auf kleinen Flächen oder nur an Erosionsrändern an die Erdoberfläche. Meist ist eine mächtige Grundmoränendecke darüber ausgebreitet. Die Gemeinden Arch und Leuzigen besitzen die grössten Flächen, auf denen die Plateauschotter entweder direkt an die Oberfläche treten oder unter einer wenig mächtigen Moränendecke verborgen sind. Grundmoräne bedeckt meist auch die Talhänge, so dass auch hier, trotzdem Schotterfeld und liegende Molasseunterlage bei der Talbildung angeschnitten worden sind, Aufschlüsse nicht häufig und die Kiesbänder an den Erosionsrändern nicht kontinuierlich zu verfolgen sind. Immerhin gewähren sowohl am Erosionsrande der Kiesfelder als weiter im Kiesfeld drin liegende Ausbeutungsstellen einen Einblick in die Zusammensetzung der Schotter und orientieren über deren Mächtigkeit. Im Zielacker (Gumilochgriengrube) nördlich Oberwil hat der Aushub die grünlichen sandigen Mergel der Molasseunterlage erreicht; das Kieslager besitzt eine Mächtigkeit von 16 m, die darüber liegende Grundmoräne eine solche von 6 m. In den Kiesgruben an der Gossliwilstrasse bei Arch misst der Kies 24 m; die liegende Molasse ist im Niveau der Gruben nicht freigelegt, dürfte aber in geringer Tiefe zu erschürfen sein. An der nördlichen Hügelkante ob Ichertswil im Biberntal liegen unter zirka 3 m Grundmoräne 8—10 m Kies; in der westlichsten Grube treten an der Basis des Kieslagers die bunten, bergwärts einfallenden Mergel der oberoligocaenen Molasse zu Tage.

Aeberhardt[3]) und Nussbaum[4])[5]) haben nachdrücklich darauf hingewiesen, dass die Plateauschotter im Bucheggberg fast ausschliesslich aus Aaregletschermaterial bestehen und dass die kristallinen Geschiebe recht frisch aussehen. Ich kann diese Beobachtungen für die von den obgenannten Autoren besprochenen Lokalitäten durchaus bestätigen und füge bei, dass auch die Plateauschotter in der Umgebung von Leuzigen diese Eigenschaften besitzen. Die Grundmoräne dagegen, welche die Schotterfelder und deren ältere Erosionsränder auf grosse Strecken verhüllt, ist typische Rhonegletschermoräne mit den charakteristischen Wallisergesteinen. Gelegentlich ist die Grundmoräne in ihrer Basis direkt über den liegenden Schottern in der Fazies der Bändertone entwickelt, so in der Lochmatt südlich Schnottwil (Firstacker-Griengrube südlich Punkt 556) und südlich Nennigkofen (ob Punkt 487 südlich der Mühle).

---

[3]) Aeberhardt, B. Note sur le Quaternaire du Seeland. Arch. sc. phys. et nat. Genève. 1903.

[4]) Nussbaum, F. Über die Schotter im Seeland. Mittlg. der Naturf. Ges. Bern 1907.

[5]) Nussbaum, F. und Aeberhardt, B. Bericht über die Exkursionen der Schweizer. geolog. Ges. in die diluvialen Schottergebiete der Aare und der Emme. Eclogae geol. Helv. Vol. XI, No. 6. 1912.

Wir werden später bei der Besprechung der nähern Umgebung von Leuzigen nochmals auf diese Plateauschotter und die Oberflächenform der Molasseunterlage zurückkommen. Hier möchte ich nur betonen, dass die bei Oberwil im Zielacker auftretenden Schotter wesentlich tiefer liegen (Molasseunterlage bei ca. 480 m), als die im benachbarten östlichen Gebiet und bei Schnottwil (westlich Salacker über dem Mühlebach).

Jünger als die Plateauschotter sind die von den Geologen als Seelandschotter bezeichneten Kiesmassen, welche am Rand des Aaretales auftreten und hier den Molassesockel verhüllen. Auch diese Schotter sind von mächtiger Grundmoräne des Rhonegletschers bedeckt; auf diesen tiefer liegenden Schottern tritt die Moräne auch in Wallform auf; die Wälle sind allerdings vielfach durchbrochen und verwaschen, lassen sich aber dennoch ungezwungen in Randmoränenzüge einordnen. Der hier zur Verfügung stehende Raum gestattet leider nicht, diese glazialen Bildungen einlässlicher zu besprechen. Wir hoffen, in einer spätern Arbeit, bei Gelegenheit der Publikation der geologischen Karte des Bucheggberges die glazialen Bildungen einlässlich im Zusammenhang behandeln zu können.

Nach dieser kurzen Orientierung über die Geologie des westlichen Bucheggberges kehren wir zu unserer Kartenskizze der Gemeinde Leuzigen zurück.

2. Die Umgebung von Leuzigen.

Wie grosse Treppenstufen treten die drei früher genannten, nach der Höhenlage geschiedenen Geländestreifen hervor: im Norden die Alluvialebene der Aare, 431 m über Meer; weiter südlich die durchschnittlich 30 m über dem Aarespiegel liegenden, mit Moräne eingedeckten Seelandschotter im Gebiet des Dorfes nnd nach weiterm Anstieg von ca. 100 m der Molasserücken des Bucheggberges mit einer Höhe von 540—570 m. In einem Profil vom Aaretal über Thürnen-Höhäcker nach dem Oberberg ist dieser Stufenbau besonders scharf ausgeprägt.

In den Gräben der Aareebene beobachtet man eine fruchtbare Torferde über graublauem alluvialem Lehm. Im übrigen Gebiet der Karte nimmt die lehmig-kiesige Grundmoräne des Rhonegletschers den weitaus grössten Raum ein.

Zunächst treffen wir sie, stellenweise mächtig aufgetragen, über den Seelandsschottern. Die auf der Karte eingetragenen Schotter treten an Steilrändern, z. B. Thürnen, unter mächtiger Moräne hervor oder sind, wie westlich vom Unterdorf, nur von einer dünnen Moränendecke verhüllt. Mehrere Kiesgruben in der Umgebung des Dorfes gewähren einen Einblick in die Zusammensetzung dieser fluvioglazialen Rhoneschotter aus der letzten Eiszeit. Wie schon aus der Karte zu ersehen, ist ihre Höhenlage verschieden. Die lehmige Grundmoräne mit gekritzten Geschieben und gelegentlich mit grossen eckigen Blöcken, der Obermoräne entstammend, wurde durch die Drainage-Arbeiten im Jahr 1916 in der Längersmatt, dem Luchli, den Friesenmatten, der Mettlen vorzüglich aufgeschlossen. Ich sah in der Mettlen (südöstlich vom Bahnhof) grosse Arolla-Gneissblöcke.

Aber auch der breite Molasserücken südlich des Dorfes ist mit alpinem Schutt eingedeckt. Wir besprechen zuerst dessen Unterlage, die Molasse.

Nur an den Steilrändern gegen das Aare- und Biberntal tritt in schmalen Streifen die oligocaene Molasseunterlage hie und da zu Tage. Einzelne der nachfolgend genannten Aufschlüsse sind jetzt verschwunden. Hinten in der Brunnadern, am Nennigkofenweg nahe der Kantonsgrenze, sind früher in einem kleinen Grübchen weiche Sandsteine gebrochen worden. Beim westlichsten Sammler der neuen Wasserversorgung über dem Kalktufflager in der Brunnadern konnte ich seinerzeit durch eine unbedeutende Schürfung südfallende Sandsteine nachweisen. Etwas westlich von dieser Stelle, wo der sogenannte Trämelweg bei Kurve 510 das westliche Ende der „Ziegeldählen“ erreicht (früher war hier eine kleine Ziegelei), beobachten wir in grösserem Aufschluss bunte Mergel und weiche Sandsteine. Beim Bau des neuen Salzholen-Weges im Jahr 1906/07 wurden unter typischer Grundmoräne ca. 10° nach Südosten einfallende bunte Mergel angeschnitten. Der Salzholegraben und der westliche Hang der „Burg“ bieten ebenfalls kleine Aufschlüsse anstehender Molasse. Im Hang des tiefen Hohlweges zwischen Rosenmatt und Eimatt (Hohle Gasse) wurden seinerzeit gelegentlich Molassesande ausgehoben. Im Jahr 1916 sind bei den Kanalisationsarbeiten im Bietwil unter der steilen Halde der Südseite Sandsteine und bunte Mergel erschürft worden. Auf der Nordostseite des Kreuzhubels und im Bänli wurde die Molasse bei Brunnengrabungen nachgewiesen. Über dem kleinen Schotteraufschluss am Bänliweg steht Molasse an. Den besten Aufschluss von Molassesandsteinen finden wir jedoch ca. 500 m westlich der Gemeindegrenze auf der sog. Platten bei P. 476 (nördlich vom Haselbach; vergl. Bl. Grenchen No. 123), wo in einem kleinen längst aufgelassenen Steinbruch harte Sandsteinplatten Ost 40° N streichen (Dekl. 11°) und mit 16° nach Südosten einfallen.

Längs des Biberntales sind die Aufschlüsse noch spärlicher. Am Tscheppachmöslirain fallen harte Sandsteinplatten, am neuen Weg im Schluchgraben bunte Mergel nach Nordwesten ein. An der Basis der westlichsten Griengrube ob Ichertswil (P. 530) und im Lochgraben sind bunte in den Berg einfallende Mergel entblösst.

Bevor wir uns der Besprechung von Schottern und Moräne zuwenden, welche die stark abgetragene flache Mulde eindecken, ist es angezeigt, sich noch mit den Erosionstälchen zu beschäftigen, die strahlenförmig sich gegen den Kern des Dorfes öffnen. Das Bietwil-Tälchen im Westen trennt den Kreuzhubel, dessen Kern nachweisbar aus Molasse besteht, vom breiten südlich sich ausdehnenden Molasserücken ab; durch das Tälchen der Brunnadern ist der auffällige Längenberg vollständig vom zurückliegenden Bergland abgeschnitten. Molasse lässt sich an demselben oberflächlich nirgends auffinden. Meines Erachtens stellt der Längenberg einen mit Grundmoräne stark überklebten Molasse-Rundhöcker dar; die höchsten Teile des Hügels dürfen, ebensowenig wie am Kreuzhubel, nicht als Moränenwälle gedeutet werden. Zwei kurze Erosionsrinnen; der Salzholengraben westlich und das Diepermoos östlich der Burg, greifen weniger tief in den Molasserücken südlich des Dorfes ein. Alle diese Erosionsrinnen hat der Rhonegletscher mit seiner lehmig kiesigen Grundmoräne ausgepolstert. Das Bietwil, der Salzholengraben und namentlich das Diepermoos waren daher bis vor kurzer Zeit streckenweise ausgesprochene Rietgebiete. Als solche sind sie absichtlich in die Kartenskizze eingetragen worden. Im Jahre 1916 sind Bietwil und Diepermoos, gleichzeitig mit den früher schon genannten Grundmoränegebieten nördlich des Dorfes, drainiert worden. Im „Salzholengraben“ hat die zähe lehmige Grundmoräne beim Strassenbau im Jahr 1906 viele Schwierigkeiten bereitet. An allen 3 Lokalitäten enthielt der graue zähe Moränenlehm Quarzitgeschiebe und gelegentlich grosse eckige Walliserblöcke. Mir sind besonders die Arollagneisse aufgefallen. Im Salzholen-Graben bleibt ein seltener Findling — ein Smaragditgabbro (Euphotid) von über 6 m^3 Inhalt aus dem Allalingebiet im Wallis — der Nachwelt als interessanter Zeuge der letzten Vergletscherung unseres Geländes erhalten. Ein grosser Block des gleichen Gesteins nordwestlich derBurg ist 1906 bei Gelegenheit der Strassenkorrektion verschwunden. Der Rhonegletscher hat bei seinem letzten Rückzug reichlich erratische Blöcke ausgestreut im Gebiet der vielfach verwaschenen und durchbrochenen Rückzugsmoränen längs des Molasserandes. Als Bausteine waren sie sehr gesucht. Wir finden sie in reicher

Zahl an den Dorfgassen (auch in den Nachbardörfern Nennigkofen, Arch und Rüti) aufgestapelt und in Strassen- und Hausmauern verwendet; mit grossen Gneissplatten sind Bäche eingedeckt und überbrückt; viele dienen als Weg- und Marchsteine.

Nun wenden wir unsere Aufmerksamkeit den Plateauschottern und deren Moränendecke zu. Der nördliche Teil des Plateaus ist fruchtbares Ackerland; der südliche trägt bis an die Gemeinde- und Kantonsgrenze ausgedehnte prächtige Waldungen. Die Oberfläche im Feld- und namentlich im Waldgebiet zeigt flache Wannen und breit angelegte, wenig hohe Wellen in reicher Abwechslung. (Vergl. Kurvenbild der Karte!) Ruhigere Oberflächenformen stellen sich da ein, wo die Schotter nahe an die Erdoberfläche treten. Grosse Kiesgruben finden sich im „Dünnhüttli“ und im „Winkel“; auf der Kohlrüti ist der Sodschacht in Kies abgeteuft. Über dem Kalktufflager in der Brunnadern dürfte das Kiesfeld eine Mächtigkeit von 12—15 m besitzen.

Aber auch über der Hügelkante längs des Biberntales treten Kieslager auf. Eine Kiesgrube findet sich im „Tanneneinschlag“ des Leuzigenwaldes; mehrere Gruben sind gegenwärtig im Betrieb am Waldrand ob Ichertswil, ca. 1200 m östlich der vorigen (Blatt Bätterkinden No. 128).

Im übrigen Gebiet des Hügelrückens beobachten wir überall, recht ungleichmässig aufgetragen, die lehmig kiesige Grundmoräne des Rhonegletschers, besonders mächtig entwickelt in den flachen Erhebungen innerhalb der Waldzone, die sich vielleicht einst unter Berücksichtigung ähnlicher Wallformen im benachbarten Waldgebiet als verwaschene und durch Erosion zerstückelte Teile einer Ufermoräne erkennen lassen. Diese höchst gelegene Grundmoränendecke ist arm an bedeutenderen erratischen Blöcken. Ein riesiger Wallisergneissblock auf dem Stöckernfeld, an den ich mich noch recht gut erinnere, ist beim Bau der Gäubahnlinie 1875 gesprengt und verwendet worden. Südlich „Knörs Acker“, gegen den Lochgraben konnte ich 1917 drei ansehnliche Findlinge feststellen, ebenso einige im Lochgraben. Das Bachbett des Lochgrabens ist zudem übersäet mit Quarzitgeschieben bis zu Kopfgrösse, die alle aus der Grundmoräne ausgewaschen sind. Endlich möchte ich noch auf zwei grössere Gneissblöcke aufmerksam machen, die am Hang gegen das Biberntal nahe der Kantonsgrenze liegen; der eine davon misst wohl 15 m^3.

Von besonderem Interesse sind die flachen Wannen in der Grundmoränendecke des Waldgebietes: das „Egelmoos“ mit einem Flächeninhalt von 95 Aren und das „Heidi“ mit einem Flächeninhalt von über 10 Hektaren. Unter Torferde von wechselnder Mächtigkeit findet sich ein grauer, geschiebefreier, absolut wasserundurchlässiger Lehm — ein Grundmoränenschlamm, in stehendem Wasser abgesetzt. Das in diesen Wannen sich aufspeichernde Niederschlagswasser ist kalkfrei. In beiden Mooren haben interessante Pflanzenformen aus der Gletscherzeit bis auf unsere Tage ein Asyl gefunden.

Beiderorts suchte man schon vor langer Zeit durch geeignete Entsumpfungsarbeiten den Ertrag des Bodens zu steigern. Im Egelmoos wurde auf der Ostseite im Jahr 1871 ein Versickerungsschacht von 18—19 m abgeteuft und mit Kalktuffquadern ausgemauert. Unter einer lehmigen Grundmoräne von 3—4 m Mächtigkeit wurde bis auf die obgenannte Tiefe lehmig-sandiger Kies angetroffen. Die Zuleitungsgräben führten das Wasser einem Vorschacht zu. Der Versickerungsschacht hat den Erwartungen nicht entsprochen. Im Jahr 1881 wurde daher die Tonröhrenleitung nach dem „Ursprung“ erstellt. Der Sammelschacht für dieselbe am Nordwestrande des Egelmoos besitzt eine Tiefe von 3—4 m; etwa 1—1,5 m ist er in Moorerde und tiefer in zähem grauem Gletscherlehm ausgehoben. Im April 1911 habe ich durch mehrere Bohrungen im Egelmoos eine Schicht Torferde von 85—110 cm und darunter überall den obgenannten zähen Glaziallehm feststellen können. Im „Heidi“ wurden zwei Senklöcher im Jahr 1873/74, ein drittes 1879 abgeteuft und mit Tuffsteinquadern ausgemauert. Die Tiefe derselben beträgt 19 bis 22 m. In 19 Hauptkanälen und 13 Seitenkanälen wird das Niederschlagswasser jeweilen einem Vorsammler zugeführt, wo Holzteile und Schlamm zum Absatz gelangen, bevor das Wasser in den Versickerungsschacht abfliesst. Die Schachtprofile stimmen überein: Moorboden in wechselnder Mächtigkeit, bis 1,5 m; 3—4 m zäher grauer Glaziallehm, dann kiesige Grundmoräne; an der Basis durchlässiger Sand und Kies. Bis jetzt haben die Versickerungsschächte dem gewünschten Zweck entsprochen; namentlich soll der im Jahr 1879 abgeteufte Schacht sehr gut entwässern.

Das Vorkommen von Schottern unter einer mächtigen Moränendecke im „Heidi“, weit im Waldgebiet drin gelegen, hat für die Feststellung der horizontalen Ausdehnung der Plateauschotter eine grosse Bedeutung. Schon die Tatsache, dass über den Bergkanten gegen Aare- und Biberntal mächtige Schottermassen auftreten, legt den Gedanken nahe, es möchten diese unter der ausgedehnten Grundmoränendecke des breiten Hügelrückens ebenfalls vorhanden sein und ein grosses Kieslager darstellen. Die Schachtprofile im „Heidi“ sprechen sehr dafür.

Über die Zusammensetzung der Plateauschotter und den Erhaltungszustand der kristallinen Gerölle haben wir schon im ersten Teil berichtet. Unsere Plateauschotter finden sich im Rhonegletschergebiet. Sonderbarerweise bieten die Kiesgruben äusserst selten ein Leitgestein des Rhoneerratikums, sondern Gesteine, die dem Aaregebiet angehören. Entweder erreichte der Aaregletscher lange vor dem Rhonegletscher das Alpenvorland und die Schmelzwasser des Eises verfrachteten während der Eiszeit die Schottermassen bis an den Jurarand, oder aber die Schotter sind Flusschotter, gebildet zu einer Zeit, da die alpinen Eisströme sich bis in die Alpentäler zurückgezogen hatten. (Vergl. Aeberhardt, loc. cit. pag. 17 etc.; Nussbaum, loc. cit. pag. 29). Wir werden in einer spätern Arbeit über den Bucheggberg auf diese Frage zurückkommen.

Die Molasseunterlage der Plateauschotter ist eine Erosionsfläche. Östlich vom Bürenberg sind alle miocaenen Bildungen in der Mulde abgetragen. Die Molasseunterlage für die Schotter nimmt nicht im ganzen Verbreitungsgebiet derselben das gleiche Niveau ein.

Aber auch die Schotteroberfläche ist eine ausgesprochene Erosionsfläche. Unsere Kartenskizze zeigt, dass in den verschiedenen guten Aufschlüssen die Oberfläche des Kiesfeldes recht ungleiche Höhe besitzt. An einer Abtragung der Kiesfelder scheint auch der Gletscher, der bei seinem Rückzug auf den Schottern die Grundmoränendecke zurückliess, wesentlich mitgewirkt zu haben. Ich glaube, diese Annahmen durch folgende Beobachtungen stützen zu können: Auf dem Kohlrütifeld ragt ein langgezogener, flachrückiger Nagelfluhzug 3—4 m über das Niveau des ebenen umliegenden Geländes hervor (vgl. Karte); er setzt sich westwärts unter einer dünnen Moränendecke, die in der Karte nicht berücksichtigt werden konnte, in der Richtung über Punkt 551,2 gegen die Dünnhüttli-Kiesgrube fort. Vor der Eröffnung der Dünnhüttli-Griengrube wurde die Nagelfluh auf dem Kohlrütifeld gesprengt und als Strassenschotter im umliegenden Gebiet verwendet. Der Nagelfluhrücken reichte 10—15 m weiter nach Westen. Ähnliche verkittete Schotter stechen auch am östlichen Steilhang im Ursprung aus dem Rasen hervor. „Stubers Fluh“, wie der Nagelfluhzug auf der Kohlrüti im Volksmund heisst, ist entstanden, als das Schotterfeld wenigstens die nämliche Höhe besass, wie der jetzige Nagelfluhrücken. In der Dünnhütli-Kiesgrube ragen tatsächlich die stark verkitteten Schotter direkt unter dem Humus nicht über die nächste Umgebung hervor. Die heutige Form des Nagelfluhrückens auf der Kohlrüti, ebenso wie die Oberfläche des umliegenden Gebietes zeigen keine Anzeichen, dass fliessendes Wasser den Nagelfluhzug aus dem Kies herausgearbeitet hat; vielmehr handelt es sich um einen Nagelfluh-Esker, der aus der verkitteten Schottermasse durch den Eisstrom herauspräpariert worden ist; die Längsachse liegt durchaus in der Bewegungsrichtung des diluvialen Rhonegletschers in dieser Gegend. Die glaziale Erosion hat hier das Kiesfeld um wenigstens 3—4 m abgetragen.

Die Kalktufflager von Leuzigen. (Vgl. Kartenskizze und Profil 5). Das Kalktufflager in der Brunnadern, womit wir uns weiter beschäftigen, ist nicht das einzige am Nordrand des Bucheggberges. Es konnten auch im Bietwil westlich von Leuzingen, dann aber namentlich im Bereiche des Oberdorfes Arch (Pfrundmatt ob der Kirche) grössere Kalktuffablagerungen festgestellt werden. Alle diese Vorkommen stimmen in Bezug auf ihr geologisches Auftreten vollständig miteinander überein.

Der Kalktuff von Leuzigen ist in seiner Hauptmasse ein erdiges krümeliges, leicht zerreibliches Kalziumkarbonat von weisser bis hellgelblicher Farbe. Im Innern der erdigen Kalktuffmasse treten unregelmässig begrenzte Stöcke von verfestigtem Tuff auf, welcher als „Tuffstein“ bezeichnet wird und als poröses, leichtes Baumaterial namentlich für den Riegbau sehr gesucht war.[6]) Gegenwärtig ist die Nachfrage nach dem genanten Baumaterial eine geringe, wohl infolge der allgemein gewordenen Verwendung von Back- und Zementsteinen. Der feinste erdige Kalktuff (vom Volk als „Schlirgtuff“ — schlirgen = schmieren — bezeichnet) wurde früher mit Vorliebe zum Scheuern der Holzhäuser, sowie zum Reinigen von Holzwaren verwendet. In den achtziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts wurde versucht, den Kalktuff zur Herstellung von Bausteinen zu verwerten. Die mittelst einer Handpresse hergestellten Bausteine bestanden aus einer Mischung von Kalktuff, Kies und Zement. Im Jahr 1892 wurde der Betrieb wegen ungenügendem Ertrag eingestellt. Schon in der Römerzeit scheint der Tuffstein von Leuzigen reichlich Verwendung gefunden zu haben. Albert Jahn[7]) berichtet, dass im Gemeindebann Leuzigen an mehreren Stellen Fundamente von römischen Gebäuden, ferner gemauerte Grabstätten aus Tuffsteinquadern nachgewiesen worden seien. Besonderes Interesse beanspruchen die Funde römischer Münzen im Tufflager selbst, fast alle aus einer Tiefe von 4—5 m, ferner die Entdeckung von gemauerten Grabstätten daselbst, aus Tuffsteinquadern gefügt. In neuerer Zeit wurde im Tuff ein wohlerhaltenes Serpentin-

---

[6]) Das Klafter Tuffstein = 216 Kubikfuss wurde abgegeben zu 28—36 Franken.

[7]) Albert Jahn. Der Kanton Bern, deutschen Teils, antiquarisch-topographisch beschrieben. Ein Handbuch für Freunde der vaterländischen Vorzeit. Bern, Zürich 1850, pag. 115—127.

Steinbeil gefunden (teste Baumberger 1902). Ähnliche Funde sind auch anderorts in Kalktufflagern gemacht worden. Baltzer[8]) berichtet über römische Überreste aus der Tuffgrube in Toffen bei Bern, welche 10—12 m unter der heutigen Oberfläche des Tufflagers zum Vorschein gekommen. Tobler[9]) erwähnt palaeolithische Artefakten aus dem Kalktuff von Kiffis im Oberelsass.

Die Kalktufflager stehen örtlich und ursächlich in engster Beziehung zu den Plateauschottern. Ihnen entstammt der gesamte Kalktuff, der in den Brunnadern einzig eine Fläche von wenigstens 4 1/2 Hektaren bedeckt. Die Kiesmassen auf dem Molasserücken sind sehr wasserdurchlässig. Regen- und Schneewasser sickern in dieselben ein und lösen den feinen Kalksand zwischen den Geröllen. Die bunten wasserundurchlässigen Mergel der Molasseunterlage bilden einen ausgezeichneten Wasserhorizont. Im Tälchen der Brunnadern ist derselbe auf längere Strecke durch Erosion angeschnitten. Hier tritt das harte Wasser am Nordrande des Waldstreifens, der den Steilhang über der Brunnadern bedeckt und vom Volk als „Ziegeldählen“ bezeichnet wird, in vielen starken Quellen zu Tage (vgl. Profi. 5). Das anstehende Molassegestein, über dem das Wasser austritt, ist im Quellengebiet von wenig mächtigem Gehängeschutt verhüllt, der in der Hauptsache aus dem höher am Hang liegenden Kieslager stammt. In der Kartenskizze konnte dieser schmale Gehängeschuttstreifen nicht berücksichtigt werden.

Der ganze Hang unter der „Ziegeldählen“ ist mit Kalktuff von mehreren Metern Mächtigkeit bedeckt. An der freien Luft wird das Wasser kalkärmer, indem ein Teil des Kalziumbikarbonates in das einfache Karbonat übergeht und als Kalktuff zum Absatz gelangt. Gewiss hat hiebei die Vegetation die Ausscheidung von Kalktuff sehr gefördert.[10]) Beim Aushub des verfestigten Kalktuffes bemerkte ich recht häufig inkrustierte Moose, Buchenblätter und die Faltblätter des auf dem Tufflager noch gegenwärtig reichlich auftretenden Blaugrases *(Sesleria coerulea Ard)*; die stark inkrustierenden *Cratoneuron*- und *Philonotis*-Formen sind jetzt noch im Tuffgebiet reichlich vorhanden.[11]

---

[8]) A. Baltzer. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. 30. Liefg. 1896. pag. 104.

[9]) Aug. Tobler, Der Kalktuff von Kiffis, Elsass. Eclogae geol. Helv. Vol. V. Nr. 1. 1897.

[10]) Mit Prof. Früh bin ich (man vergleiche die vortrefflichen Ausführungen in seiner Arbeit: Zur Geologie von St. Gallen und Thurgau, mit besonderer Berücksichtigung der Kalktuffe. Berichte der naturf. Ges. St. Gallen, 1885) der Ansicht, dass tote und lebende Pflanzenkörper (angehäufte Blätter. lebende Moospolster) durch eine rein mechanische Verteilung des harten Wassers auf grosse Flächen, wobei die Abflussgeschwindigkeit sehr verringert, die Berührung mit Luft und daher die Verdunstung in ausserordentlichem Masse begünstigt wird, die Kalkausscheidung bedingen. Lehrreich ist folgende Beobachtung. Im lichten Buchenwald des Büttenberges unweit Safneren fand ich im August 1903 über einer schwach geneigten Sandsteinhalde eine fast 1 dm mächtige Kalktufflage mit ungezählten, wunderbar erhaltenen inkrustierten Buchenblättern. Das harte Wasser, einer glazialen Decke entstammend.

Die Unterlage des Kalktufflagers ist jener graublaue, wasserzurückhaltende Moränenlehm, mit Rollsteinen durchsetzt, der das ganze Brunnaderntälchen auskleidet. Unmittelbar südlich der Säge, unter dem Kalktuff im Niveau der Strasse war er schon vor Jahren zu beobachten; im Frühjahr 1916 ist er direkt unter dem kleinen, über Tuff sich ausbreitenden Rietchen östlich der Säge (vergl. Profil 5) in einer Mächtigkeit von 1½ m, mit vielen Geschieben bis zu Kopfgrösse versehen, an der Oberfläche stark verseift, durch eine Rutschung der Beobachtung zugänglich geworden.

Im Jahre 1909 sind die bedeutenderen Quellen über dem Tufflager gefasst worden, nachdem eine vorausgegangene Messung anfangs September 1908 einen Erguss von 4200 Minutenlitern ergeben hatte. Das Quellengebiet versorgt die Gemeinde mit vorzüglichem Trinkwasser, zudem die Turbinenanlage der Säge mit Druckwasser. Die Quellenfassung ist in die Kartenskizze eingetragen.

Die Oberfläche des Kalktufflagers ist infolge der wenig rationellen Ausbeutung der Tuffsteine in früheren Zeiten eine ausserordentlich unebene. Vor der Einrichtung der Wasserversorgung floss ein Teil des nun den Sammlern zugeleiteten Wassers in mehreren Bächen oberflächlich über das Tufflager ab; ein ebenso bedeutender Teil des über den bunten Molassemergeln in den Gehängeschutt sich ergiessenden Wassers sickerte in den durchlässigen Kalktuff ein und trat längs der Brunnadernstrasse über der Grundmoräne zutage. Die Privatbrunnen der Brunnadern benutzten früher ausschliesslich diesen Wasserhorizont. Die fortwährende starke Durchfeuchtung der erdigen Tuffmasse über der wasserundurchlässigen Grundmoräne förderte die

---

sickerte durch eine den Hang bedeckende Schicht von hergewehten Buchenblättern. Der Kalktuff zeigte sich unten in der Kalktuffschicht als zusammenhängende Masse. Die Buchenblätter darin waren vermodert, die durch Inkrustation entstandenen Abdrücke der Ober- und Unterseite aber bis in alle Details erhalten. Gegen die Oberfläche des Lagers waren die schwarzbraun gewordenen Buchenblätter noch vorhanden und nur schwach überrindet.

[11] Eine eigenartige Gesellschaft von Pflanzen bewohnt die Tufflager. Über die Zusammensetzung und Geschichte dieser Pflanzengesellschaft und über die ebenso interessante Moorflora im „Egelmoos“ und „Heidi“ gedenke ich in nächster Zeit ausführliche Mitteilungen zu veröffentlichen. Die diesbezüglichen Beobachtungen reichen bis ins Jahr 1882 zurück. Einige Angaben über diese Lokalitäten sind enthalten im Geographischen Lexikon der Schweiz, Supplementband, pag. 1083 (Artikel Leuzigen von Dr. E. Baumberger).

Verfestigung des Kalktuffes zu Tuffstein; wenigstens wurde das beste Baumaterial stets in dieser Tiefe angetroffen. Oft fanden sich in der verfestigten Tuffmasse mannigfaltig gestaltete kleine Tropfsteinhöhlungen mit einem Wandbelag von durchscheinendem Kalksinter und den Hohlraum durchsetzenden Säulchen. Im Volksmund heissen derartige Gebilde „Figursteine"; sie wurden mit Vorliebe zur Einfassung von Gartenbeeten verwendet.

Die liegende Moräne des Tufflagers ist so alt wie diejenige, welche die Plateauschotter eindeckt, die alten Erosionsränder derselben und der Molasse überzieht, ferner die jüngeren Schotter (Seelandschotter) im Niveau des Dorfes auf grossen Räumen unseren Augen entzieht und welche weiter talwärts unter die Alluvionen der Aareebene taucht. Der Rhonegletscher hat sie zurückgelassen, als er in der letzten Eiszeit nach langem Stillstand bei Wangen und einem kürzeren Halte bei Solothurn endgültig unser Gebiet verliess. Die Kalktuffbildungen in der Brunnadern und im Bietwil liegen über dieser Grundmoräne und sind somit jünger. Sie haben postglaziales Alter. Bestätigt wird diese Folgerung auch durch die subfossilen Schnecken des Kalktuffes. Herr Dr. G. Bollinger (Basel) hatte die Güte, meine bisherigen Funde aus dem Kalktuff der Brunnadern zu bestimmen. Es fanden sich folgende Formen: *Hyalina cellaria* Müll., *Hyalina nitens* Mich., *Eulota fructicum* Müll., *Helicodonta obvoluta* Müll., *Hygromia incarnata* Müll., *Arianta arbustorum* L., *Isognomostoma personatum* Lam., *Cepaea hortensis* Müll., *Cepaea sylvatica* Drap., *Ena montana* Drap., *Lymnaea peregra* Müll. Nachgewiesen sind sie in den postglazial entstandenen Kalktuffen von Kiffis[12]) und der Umgebung von Bern[13]) (Kehrsatz, Toffen, Schlosswil), bekannt ferner aus den sandigtonigen Anschwemmungen der Flüsse im Gebiet der Niederterrasse von Basel, dagegen kaum vertreten in der Gastropodenfauna des echten Lösses[14]). Sämtliche Formen sind hygrophil und gehören der noch jetzt lebenden Schneckenfauna der Schweiz nördlich dem Alpenzuge an[15]). Um so interessanter ist daher die Tatsache, dass von den genannten Schnecken bis jetzt nur *Hyalina nitens* unter den gegenwärtig auf dem Tufflager lebenden Formen aufgefunden werden konnte.

Im Laufe vieler Jahre ist das Material zusammengetragen worden, das in der vorliegenden kleinen Arbeit zusammengestellt worden ist. Gerne habe ich wieder freundliche Erinnerungen aufgefrischt, die mich an Dorf und Gelände ketten, wo ich meine Jugendzeit verlebt. Viele Angaben in Text und Karte, insbesondere die Zeitangaben, für deren Genauigkeit ich nicht hätte einstehen können, sind in den Archiven der Gemeinde nachkontrolliert worden. Für diese Arbeit, sowie für viele wertvolle Mitteilungen bin ich dem jetzigen Sekretär der Bürgergemeinde, Herrn F. Affolter, ganz besonders aber Herrn Samuel Käsermann, Landwirt in der Brunnadern zu Leuzigen, sehr zu Dank verpflichtet. Die zuständigen Behörden haben mir in verdankenswerter Weise den für die geologischen Eintragungen benutzten Übersichtsplan der Gemeinde vom Jahr 1890 zur Verfügung gestellt.

---

[12]) Vgl. [9]) pag. 61. [13]) Vgl. [8]) pag. 61 und ferner J. Piaget: Revision de quelques Mollusques glaciaires du Musée d'Hist. nat. de Berne. Mittlg. der Naturf. Ges. Bern 1914. [14]) A. Gutzwiller: Der Löss mit besonderer Berücksichtigung seines Vorkommens bei Basel. Wissenschaftl. Beilage zum Bericht der Realschule zu Basel 1893/94.

[15]) Vergl. die sorgfältigen Zusammenstellungen von Dr. G. Bollinger in seiner Inaug.-Dissertation: Zur Gastropodenfauna von Basel und Umgebung. Basel 1909.

Anregung zu absoluten Altersbestimmungen radioaktiver Gesteine der Schweiz.

Von

H. Hirschi (Braunwald).

(Als Manuskript eingegangen am 16. Juli 1918.)

1. Einleitung.

Mit der Erweiterung und Vertiefung unserer wissenschaftlichen Erkenntnis und unserer Untersuchungsmethoden, erschliessen sich stetsfort neue Anhaltspunkte, um die dem menschlichen Geiste vorschwebenden Ziele zu erreichen. In der Geologie gehören zu den letztern ganz besonders die absoluten Altersbestimmungen gewisser Geschehnisse in und auf der Erdrinde. Wie sehr man sich auch bis in die Gegenwart hinein mit allen zu Gebote stehenden Wissensmitteln bemühte, das wirkliche Alter gewisser geologischer Zeitmerkmale festzulegen, immer blieben die erhaltenen Resultate, vielleicht abgesehen von Versuchen an geologisch jungen, nicht vordiluvialen Ereignissen, im Rahmen der Relativität, in Form von chronologischen Tabellen ohne ein absolutes Zeitmass. Daher muss die Entdeckung der Radioaktivität in der Geologie als ein äusserst fruchtbringendes Rüstzeug zur Erkenntnis der Naturvorgänge speziell in zeitlicher Hinsicht aufgefasst und vom Geologen benutzt werden.

Dies ist bis dahin nur in recht bescheidenem Masse erfolgt. In der Schweiz sind, soweit dem Verfasser bekannt, nur Messungen der radioaktiven Intensität von Gesteinen, Quellen und der Atmosphäre ausgeführt worden,[1]) ein Versuch, das absolute Alter von Gesteinen zu ermitteln dagegen noch nicht unternommen worden.

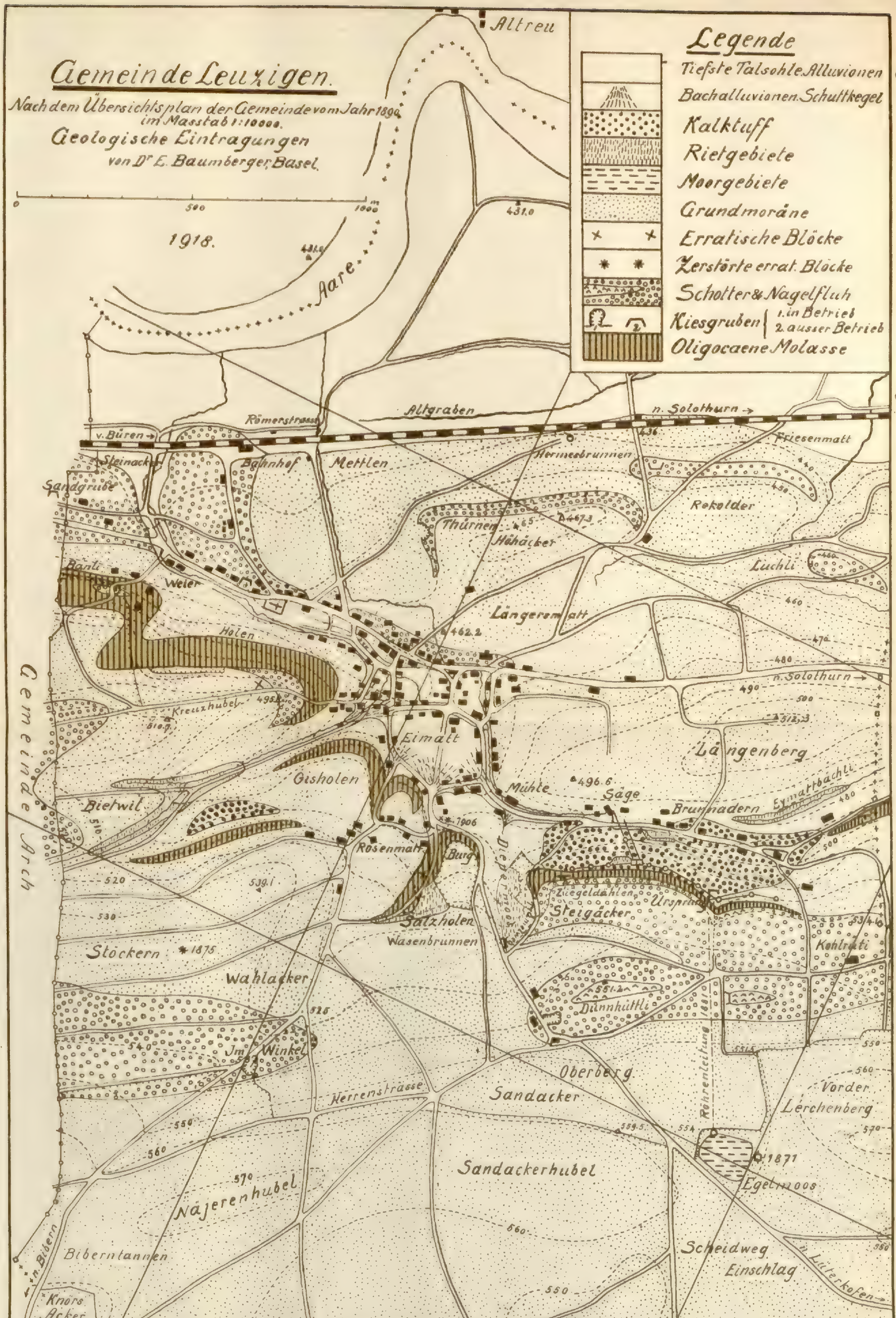
Obgleich vorausgesetzt werden darf, dass die Schweizergeologen über Radioaktivität im Wesentlichen orientiert sind, mag manchem die folgende einfache, knappe Darlegung der Grundlagen dieses modernen Gebäudes und dessen auch der Geologie dienenden Räume nützlich sein.

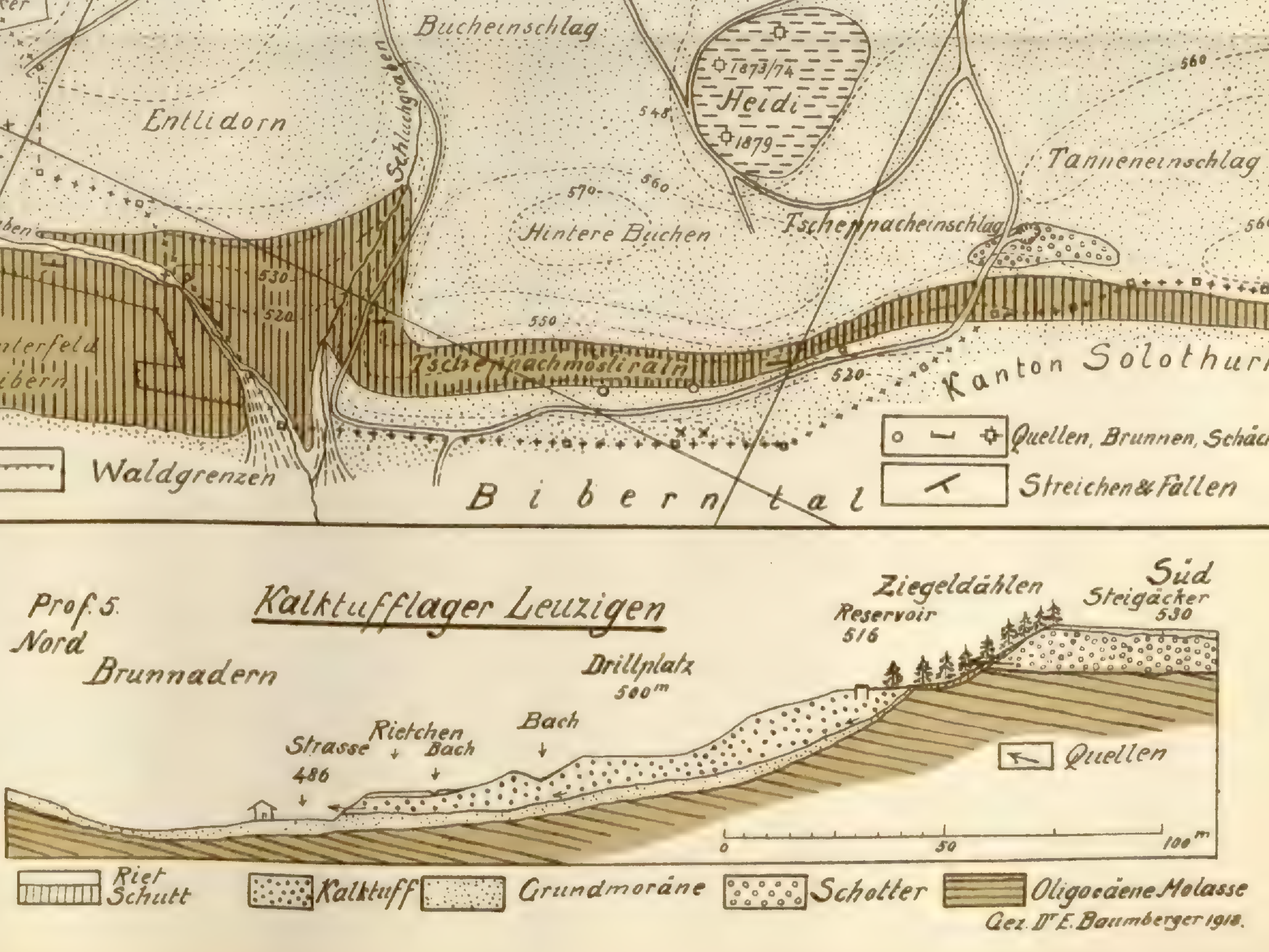
In den am Schluss zitierten Werken sind auch ausführliche Literaturverzeichnisse enthalten, auf die verwiesen wird. Die Arbeiten von Robert W. Lawson waren für die nachfolgenden Darlegungen besonders nützlich.

---

[1]) Gockel, Radioaktivität von Boden und Quellen. Sammlung Vieweg. Heft 5, 1914.

Prof. 1
Nord
Aaretal 431
Bahn 438
Höhe
Leuzigen 462
Tuff
Oberberg 530
Egelmoos 551
Heidi 548
570
Biberntal
Tscheppach
Eichiberg 653
Süd
Limpachtal 543
Brittern 470
Prof 2
Bibern 616
Hessigkofen 627
Unter Bückstein 609
Ober Bückstein 653
Schönberg 647
Süd
Ober Ramsern 481
Prof. 3
Nord
Aaretal 432
Bahn
Büren
Schlossberg 566
Städtiberg
Moosbad
Schnottwil 504
Jlligraben
Saacker 565
Schnottwilberg
Süd
Limpachtal 478
Prof 4
Riedernwald
Bietwil 606
Rüti 669
Rappenstübli 643
Bahn 480
Quellen
0 m
Alluvionen im Aare & Limpachtal
Kalktuff Leuzigen
Grundmoräne
Schotter
Miocaene Molasse
Oberer Muschelsandstein
Graue Molasse
Unterer Muschelsandstein
Oligocaene Molasse
Bunte Mergel & Krauermolasse
Masstab für die Profile 1-4
0
500
1000
2000 m


Gemeinde Leuzigen.
Nach dem Übersichtsplan der Gemeinde vom Jahr 1890 im Masstab 1:10000.
Geologische Eintragungen von Dr E. Baumberger, Basel.
1918.
0
500
1000
Legende
Tiefste Talsohle Alluvionen
Bachalluvionen, Schuttkegel
Kalktuff
Rietgebiete
Moorgebiete
Grundmoräne
Erratische Blöcke
Zerstörte errat. Blöcke
Schotter & Nagelfluh
Kiesgruben 1. in Betrieb 2. ausser Betrieb
Oligocaene Molasse
Altreu
Aare
Altgraben
n. Solothurn
Römerstrasse
v. Büren
Steinacker
Sandgrube
Bahnhof
Mettlen
Hermesbrunnen
Friesenmatt
Thürnen
Hohäcker
Rekolder
Luchli
Bänli
Weier
Holen
Längeremaatt
Kreuzhubel
Eimatt
Längenberg
Gisholen
Mühle
Säge
Brunnadern
Eymattbächli
Bietwil
Rosenmatt
Bug
Satzholen
Wasenbrunnen
Ziegeldählen
Steigäcker
Ursprung
Kohlrüti
Stöckern
Wahlacker
Dünnhüttli
Winkel
Herrenstrasse
Oberberg
Sandacker
Vorder Lerchenberg
Sandackerhubel
Egelmoos
Näjerenhubel
Biberntannen
Scheidweg
Einschlag
n. Lüterkofen
Knörs Acker
Bucheinschlag
Heidi
Entlidorn
Tanneneinschlag
Lochgraben
Hintere Buchen
Tscheppacheinschlag
Hinterfeld Bibern
Tscheppachmösliraiu
Kanton Solothurn
Gemeinde Arch
Biberntal
Waldgrenzen
Quellen, Brunnen, Schächte
Streichen & Fallen


Kalktufflager Leuzigen
Prof. 5.
Nord
Brunnadern
Strasse 486
Rietchen
Bach
Drillplatz 500 m
Ziegeldählen
Reservoir 516
Süd
Steigäcker 530
Quellen
0
50
100 m
Riet Schutt
Kalktuff
Grundmoräne
Schotter
Oligocaene Molasse
Gez. Dr E. Baumberger 1918.

LITH. KÜMMERLY & FREY, BERN.

Allgemeines über die Radioaktivität.

In die Klasse der radioaktiven Stoffe werden jetzt allgemein solche eingereiht, welche die Eigenschaft besitzen, spontan Strahlen auszusenden, die u. a. imstande sind, für gewöhnliches Licht undurchlässige Materie zu durchdringen, photochemische Prozesse auszulösen und elektrisch geladene Körper durch Ionisation der umgebenden Gase zu entladen. Immerhin müssen unter radioaktive Stoffe auch diejenigen Zwischenglieder in den radioaktiven Elementgruppen noch einbezogen werden, die sich, obwohl ohne merkliche Strahlung, in neue strahlende Elemente transformieren.

Man unterscheidet drei Hauptstrahlengruppen, α, β, γ, die sich chemisch und physikalisch charakterisieren.

α-Strahlen sind positiv geladene Heliumatome, die vom zerfallenden Radioatom mit einer durchschnittlich $^1/_{10}$ der Lichtgeschwindigkeit betragenden Geschwindigkeit fortgeschleudert werden, um am Ende der Bahn in stofflich normale Atome überzugehen. Ihnen wesensverwandt sind die positiv geladenen, rasch bewegten Atome und Moleküle der Kanalstrahlen.

β-Strahlen entsprechen schnell bewegten, negativ geladenen Elektronen, die bis nahezu Lichtgeschwindigkeit erreichen und mit den ebenfalls negative Ladung tragenden Kathodenstrahlen übereinstimmen.

γ-Strahlen beruhen, wie jetzt allgemein angenommen wird, wie das gewöhnliche Licht und die Röntgenstrahlen auf elektromagnetischen Impulswellen. Einige namhafte Forscher schreiben auch ihnen korpuskularen Charakter zu und nehmen sie als neutrale, ungeladene Teilchen an.

Als Korpuskel mit elektrischer Ladung sind die α- und β-Strahlen durch elektrische und magnetische Felder ablenkbar.

Alle drei Strahlengruppen bewirken in Luft und andern Gasen Ionisation, welche zur Ausarbeitung der besten und empfindlichsten qualitativen und quantitativen Messmethoden geführt hat. Die ionisierende Wirkung ist für die verschiedenen Strahlengruppen und Strahlen quantitativ verschieden. Bei den Korpuskularstrahlen entsteht oder verschwindet sie mit einer bestimmten untern Geschwindigkeitsgrenze.

Für die absolute Zeitmessung sind vorläufig nur das aus den α-Strahlen resultierende Helium und die beim radioaktiven Zerfall übrigbleibenden chemisch stabilen Endprodukte verwendbar. (Im Wärmehaushalt der Erde kommt überdies als sehr wichtiger Faktor die beim radioaktiven Zerfall produzierte Wärme in Betracht. Ein

Gramm Radium würde bis zu seinem vollständigen Zerfall in das stabile Endprodukt (Uranblei oder RaG) etwa drei Milliarden Grammkalorien Wärme erzeugen, aequivalent dem Energieinhalt von 400 Kilogramm guter Steinkohle oder Anthrazit). Das aus α-Strahlen entstandene Helium kann unter bestimmten Verhältnissen fast quantitativ aufgespeichert sein, ebenso, aber noch besser die beim radioaktiven Zerfall restierenden stabilen Endprodukte, die Bleiisotopen. Dies ermöglicht unter bestimmten Verhältnissen eine quantitative Ermittlung aller dieser Zerfallsprodukte, was wichtige Rückschlüsse in bezug absoluter Alterbestimmungen gestattet.

Als primäre Mutterradioelemente gelten zunächst nur Uran und Thorium. Das Actinium, nunmehr auch Protactinium genannt, gilt dagegen als Abzweig innerhalb der Uranreihe.[1]) Von Kalium und Rubidium kennt man zurzeit nur β-Strahlenemission, aber keine Zerfallprodukte.

Für die absolute Altersbestimmung von Gesteinen ist die Anwesenheit von Uran und Thorium eine Vorbedingung. Wir wissen aber, dass diese Elemente in allen Gesteinen, wenn auch meist in äusserst geringen Mengen zugegen sind. Die Beträge schwanken z. B. für die Gesteine des Gotthardtunnels von 0,2 bis $4{,}3 \times 10^{-5}$ gr. Thorium per Gramm Gestein und von 0,7 bis $14{,}3 \times 10^{-12}$ für Radium. Uran ist im Mittel in der Erdkruste in etwa gleicher Menge vertreten wie Thorium.

Der radioaktive Zerfall geht, das ist der Kardinalpunkt, nach ganz bestimmten Zerfallgesetzen vor sich, die absolut unabhängig von irgend welchen äussern physikalischen und chemischen Bedingungen sind. Uran und Thorium sowie das sekundäre Mutterelement Protactinium haben ihre eigene Zerfallreihe, die u. a. eine bestimmte Zahl α-Strahler enthält. Jedes dieser Mutterelemente, sowie deren radioaktive Zerfallsprodukte haben eine ganz bestimmte Lebensdauer. Die Zahl der von jedem Radioelement in der Zeiteinheit zerfallenden Atome ist in jedem Moment proportional der Anzahl noch unzerfallener Atome. Dieser Atomzerfall vollzieht sich nach einem Exponentialgesetz, das durch die einfache Formel $N_t = N_0 \, e^{-\lambda t}$ gegeben wird, worin N_t die Anzahl zur Zeit t existierenden unzerfallenen Atome, N_0 ihre Anzahl zur Zeit 0,

---

[1]) Man könnte versucht sein, auch das Thorium in genetische Beziehungen zum Uran zu bringen, obgleich vorläufig verschiedene Data, darunter speziell das Atomgewicht des Thoriums und das Fehlen eines Gleichgewichtszustandes zwischen diesen beiden Elementen in den Uran-Thormineralien, dem Thorium noch keinen Raum in der Uranzerfallsreihe gewähren. Bei der Komplexität der radioaktiven Erscheinungen und der daran beteiligten Stoffe sind aber vielerlei Annahmen möglich.

λ die Zerfallskonstante des bestimmten Radioelementes von der Dimension einer reziproken Zeit, e die Basis der natürlichen Logarithmen bedeutet. Aus diesem auch experimentell erkannten Gesetz ergibt sich, dass die Zerfallsgeschwindigkeit und damit proportional auch die Intensität der Radioaktivität einer quantitativ und qualitativ gegebenen radioaktiven Substanz stetig abnimmt. Für langsam zerfallende Elemente, wie das Uran z. B., wird deshalb der gänzliche Zerfall einer gewissen Gewichtsmenge erst in unfassbar langer Zeit erreicht. Für die Lebensdauer eines radioaktiven Elementes führte man daher die übersichtlicheren Grössen „Halbwertzeit“, „Mittlere Lebensdauer“ und „Zerfallskonstante“ ein. Unter Halbwertzeit z. B. ist diejenige Zeitgrösse verstanden, innerhalb welcher genau die Hälfte einer Gewichtsmenge eines Radioelementes zerfällt. (Für Uran ist diese Grösse $= 4{,}9 \times 10^9$ Jahre, für Radium = 1733 Jahre[1]) etc.)

Ohne auf die rechnerischen Operationen einzugehen gelten zwischen Halbwertzeit T, Mittlerer Lebensdauer τ und Zerfallskonstanten λ die numerischen Beziehungen $T = 0{,}69315 \times \frac{1}{\lambda} = 0{,}69315\ \tau$

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = 1{,}4428\ T \qquad 0{,}69315 = \text{Log. nat. } 2$$

$$\lambda = \frac{1}{\tau} = 0{,}69315 \times \frac{1}{T}$$

Es liegt nun auf der Hand, dass für die Messung der in der Geologie vorkommenden hohen Zeitgrössen nur die langlebigen Radioelemente in Betracht kommen können. Zwischen den radioaktiven Zerfallprodukten, sowohl unter sich, als gegenüber ihrem Mutterelement, stellt sich schliesslich stets ein Gleichgewichtszustand ein, in welchem deren Atomzahlverhältnis konstant bleibt. So finden wir in einem primären, völlig frischen Uranmineral stets das Verhältnis 1 Gramm Uran auf $3{,}33 \times 10^{-7}$ Gramm Radium. Bemerkt sei noch, dass dieses im Gleichgewichtszustand konstant bleibende Atomzahlverhältnis mit der Lebensdauer der einzelnen Radioelemente in genauer Beziehung steht.

Der radioaktive Abbau des Uranatoms (ebenso desjenigen des Thorium; Actinium dagegen noch unsicher) vollzieht sich zuerst durch Aussendung von α-Strahlen, also von Heliumatomen, wodurch, da das Atomgewicht von Helium = 4 ist, mit jedem α-Strahl das Atomgewicht des entstandenen Zerfallproduktes um vier Einheiten tiefer steht. Durch Abgabe von drei Heliumatomen in Form von α-Strahlen geht aus dem Uranatom das Radiumatom hervor, dessen Atomgewicht 238 minus 3 × 4 = 226 ist.

---

[1]) Die neusten Messungen durch V. F. Hess und Robert W. Lawson ergeben 1580 Jahre. (Mitt. aus dem Institut für Radiumforschung, Nr. 105).

Bis zum völligen Zerfall des Uranatoms durch die verschiedenen radioaktiven Zwischenprodukte hindurch, sind neben β und γ-Strahlen acht α-Strahlenaussendungen ermittelt. Das stabile Endprodukt des radioaktiv zerfallenen Uranatoms ist Uranblei (Ra G) dessen Atomgewicht bisher genauest zu 206,4 (± 0,08 bis 0,18) (theoretisch 238 minus 8 × 4 = 206) bestimmt ist. Das Uranblei ist mit dem gewöhnlichen Blei (Atomgewicht = 207,18) isotop. Die Differenz im Atomgewicht zwischen Uranblei und gewöhnlichem Blei, welche noch nicht aufgeklärt ist, bildet das Mittel, diese beiden Blei voneinander zu unterscheiden.

Das stabile Endprodukt der Thorreihe scheint speziell Thorblei (Th E) zu sein mit dem genauesten bisher ermittelten Atomgewicht 207,77 (± 0,04), das mit dem gewöhnlichen Blei ebenfalls isotop ist. Theoretisch sollte das Atomgewicht des Thorblei 208,12 sein, nämlich 232,12 minus sechs Heliumatome.

Ausser Helium und den stabilen Endprodukten kommen für die geologische Zeitmessung in besonderen Fällen auch noch die sog. pleochroitischen Höfe in Anwendung, sofern diese durch radioaktive Einschlüsse veranlasst werden. In diesen Fällen sind solche Höfe deutlich zonar. Die einzelnen mikroskopisch feinen, schalenförmig sich umschliessenden Verfärbungszonen verdanken ihren Ursprung in erster Linie den verschiedenen, verfärbenden α-Strahlengruppen, deren maximale Reichweiten jeweils dem äussern Radius jeder Schale entspricht. Die Verfärbung eines pleochroitischen Hofes ist abhängig von der radioaktiven Intensität des Zentraleinschlusses einerseits und dem Alter des Minerals andrerseits. Verschiedene Entwicklungsstadien der natürlichen Höfe entsprechen jeweils der Menge emittierter α-Strahlen des radioaktiven Kerns und werden mit unter genau bekannten Bedingungen künstlich erzeugter Höfe verglichen. Dabei muss allerdings der radioaktive Stoffgehalt (spez. an Uran und Thorium) des Kerns, der meist aus Zirkon, Brookit, Thorit, Orthit, Titanit etc. besteht, bekannt sein. Bis anhin musste man sich in letzterer Hinsicht mit Abschätzung des Urangehaltes solcher Einschlüsse begnügen.

Bemerkenswert ist die Wahrnehmung, dass die pleochroitischen Höfe nur in geologisch ältern Mineralien auftreten, in tertiären dagegen so gut wie unbekannt sind. Ausnehmend starke Radioaktivität, welche die Zeit kompensieren könnte, scheint in den radioaktiven Einschlüssen pleochroitischer Höfe daher nicht angenommen werden zu müssen, sondern dürfte sich innerhalb gewisser Grenzen bewegen.

Das Alter eines Gesteins wird nun entweder nach der Helium- oder Bleimethode bestimmt. Gleichzeitige Anwendung beider Methoden bietet eine Kontrolle. Die Heliummethode liefert gegenüber der Bleimethode meist viel kleinere Werte, was wohl in der weniger vollständigen Aufspeicherungsmöglichkeit von Helium gegenüber den bleiartigen Endprodukten liegt. Die Bleimethode ist unbedingt zuverlässiger.

Für die beiden Methoden gelten nachstehende Formeln, deren Begründung u. a. in der Mitt. Nr. 100 von Lawson aus dem Institut für Radiumforschung in Wien zu finden ist.

$$\frac{\mathrm{He}}{(\mathrm{U} + 0{,}285\ \mathrm{Th})} \times 9{,}1 \text{ Millionen Jahre}$$

He = Volumen Helium in cm^3 pro 100 gr. Mineral
U = vorhandenes Uran
0,285 Th = Uranaequivalent des Thoriumgehaltes

Ein Gramm Uran samt Zerfallsprodukte erzeugt pro Jahr $11{,}0 \times 10^{-8}$ cm^3 Helium = $1{,}97 \times 10^{-11}$ gr.

$$\frac{\mathrm{Pb}}{(\mathrm{U} + 0{,}384\ \mathrm{Th})} \times 7900 \text{ Millionen Jahre}$$

In dieser Formel ist der prozentuale Gehalt des Minerals an Blei, Uran und Thorium zu setzen. Die Grösse 0,384 entspricht auch hier dem Uranaequivalent.

Eine streng genommen in dieser letztern Formel anzubringende Korrektur kann für praktische Zwecke vernachlässigt werden.

Ein Gramm Uran erzeugt pro Jahr $1{,}27 \times 10^{-10}$ gr. Ra G (Uranblei).

Um möglichst einwandfreie Altersbestimmungen von radioaktiven Mineralien bezw. Gesteinen zu erhalten, wollen wir noch folgende Vorbedingungen hervorheben:

1. Das Mineral muss auf primärer Lagerstätte und völlig frisch und ebenso in ganz frischem Gestein eingeschlossen sein.

2. Die Uranmineralien sollten möglichst thoriumfrei sein, damit nicht das stabile Endprodukt des Thoriums (Thorblei) das Uranblei, dessen Atomgewicht ein wichtiges Kriterium ist, verunreinige und umgekehrt sollten die zu untersuchenden Thoriummineralien möglichst frei von Uran sein. Immerhin lässt sich, wie obige Formeln zeigen, das Thorblei- respektive Uranbleiaequivalent einführen.

3. Das Atomgewicht des isolierten Uranblei soll möglichst nahe 206,0 sein, dann ist es auch wirklich nur aus Uran hervorgegangen. Thorblei dagegen verlangt theoretisch ein Atomgewicht von 208,12. Je näher das Atomgewicht der beiden abgetrennten isotopen Blei den genannten Werten kommt, umso besser eignet sich das Mineral zu Altersbestimmungen.

Über die Verwendung des Thoriums zu Altersbestimmungen orientiert uns die obgenannte Mitteilung von Robert W. Lawson. In seinen beiden Arbeiten (s. Literaturverzeichnis) finden sich Zusammenstellungen von Altersbestimmungen ausländischer Mineralien und Gesteine nach der Blei- und Heliummethode.

In obigen Darstellungen ist flüchtig dargelegt, wie vorläufig in gewissen Fällen absolute Altersbestimmungen an Mineralien bezw. Gesteinen vorgenommen werden können, womit den Geologen ein bisher utopisch gebliebener, tiefer Wunsch zur Realisierung gelangt. Der Anfang, dies hohe Ziel zu erreichen, ist gemacht, das Gerüst geschaffen, das uns an dem noch steilen Weg Halt gewährt. Dies Gerüst ist aber stetig zu vervollkommnen, zu verstärken, aber auch stetig durch scharfsinnige Kritik von Fehlern zu befreien.

Spezielles über schweizerische Eruptivgesteine.

In der Schweiz, mit ihren vielen, auch radioaktive Mineralien führenden Eruptivmassen würden sich Gesteine finden lassen, die sich für absolute Altersbestimmungen auf radioaktivem Wege eignen.

Bis dahin sind, wie eingangs gesagt, derartige Bestimmungen noch nicht durchgeführt worden, sondern nur Messungen über die Intensität der Aktivität von Gesteinen, die für absolute Altersbestimmungen höchstens als Fingerzeig dienen können. Einen solchen Fingerzeig geben uns auch gewisse radioaktive Quellwässer. Dass solche Altersbestimmungen für die Geologie der Schweiz von ganz eminenter Bedeutung sein können, ganz besonders inbezug auf die zeitliche Festlegung der grossen tektonischen Vorgänge und indirekt der Entstehung gewisser Sedimentgruppen, braucht nicht besonders betont zu werden.

Wir wollen hier nur zwei Intrusivgesteinszonen als Beispiel anführen. Die eine Zone liegt im östlichen Aarmassiv zwischen Reusstal und Kistenpass, representiert durch Gesteine eines mannigfach differenzierten, granitodioritischen Magmas, speziell durch Syenite, Granite, Diorite und deren Ganggefolgen.

Insbesondere hat Fr. Weber in seiner schönen Arbeit „Über den Kali-Syenit des Piz Giuf und Umgebung und seine Ganggefolgeschaft"¹) diese Gesteine, die für die vorliegende Anregung besonders in Betracht fallen, petrographisch genau beschrieben. Bewunderungswürdig sind seine scharfen, eingehenden Beobachtungen über die sog. pleochroitischen Höfe um Orthit (Allanit) und Zirkon, als hätte er eine Ahnung gehabt über die tiefere Bedeutung, welche diesen Höfen noch zukommen sollte.

---

¹) Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. Neue Folge, XIV. Inaugural-Dissertation 1904.

Seine Angaben über den Aufbau und die Dimensionen dieser Höfe gestatten uns direkt die Voraussagung der radioaktiven Elemente, die sie veranlasst haben. Einige Stellen aus Webers Arbeit sollen deshalb hier wörtlich folgen (Seite 57): „Von der Gestalt des Orthits ist nur die Form des Hofes abhängig, nicht aber seine Breite, die auch bei nicht isometrischer Gestalt des Kerns rings um denselben die gleiche bleibt . . .“ „Im Biotit ist der Hof nicht selten doppelt: den Orthit von 0,01—0,02 mm umgibt zunächst ein brauner Hof von 0,02 mm und diesen wiederum ein 0,01 mm breiter schwarzer Ring (|| $\mathfrak{a}$ braungelb)“.

Wie oben erwähnt, entsprechen die äussern Ränder jeder Zone (Schale) eines pleochroitischen Hofes der Reichweite der verschiedenen α-Strahlen. In Biotitsubstanz wurden folgende Reichweiten von α-Strahlen bestimmt:

von Uran = 0,013 Millimeter
„ Ra C = 0,033 „
„ Th C = 0,04 „

Der von Weber erwähnte doppelte Hof hatte eine Totalbreite von 0,02 + 0,01 = 0,03 mm, was auf α-Strahlen von Radium C schliessen lässt. Der äussere dunkle Ring entspricht der maximalen Verfärbung, die bei Geschwindigkeitsabnahme der α-Strahlen gegen das Ende ihrer Reichweite — wo sie in gewöhnliche Heliumatome übergehen — eintritt.

Die von Weber gemessenen grossen Hofbreiten bis 0,075 mm sind wohl durch krystallographisch-chemische Momente der verfärbten Mineralien Biotit und Hornblende bedingt, eventuell auch durch chemische Prozesse, welche von den begleitenden, viel durchdringenderen β- und γ-Strahlen begünstigt oder von diesen selbst hervorgerufen werden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Zirkone und Orthite in den von Weber beschriebenen Gesteinen radioaktive Elemente führen und also eventuell zu absoluten Altersbestimmungen verwendbar sind. (Möglicherweise ist der Zirkon teilweise als Thorit zu bestimmen, mit welchem ersterer zum Verwechseln ähnlich ist.)

Die pleochroitischen Höfe wurden durch Weber in fast allen von ihm untersuchten Gesteinen beobachtet, speziell in den basischen Ausscheidungen der basischen Randfazies des Syenits.

Verfasser hat die Bearbeitung dieser Gesteine hinsichtlich ihrer Radioaktivität an die Hand genommen und wird darüber später in einer andern Arbeit berichten.

Die zweite Gesteinszone, deren absolute Altersermittlung geologisch in mancher Hinsicht sehr bedeutungsvoll wäre, liegt in den tertiären granitischen Durchbrüchen, welche zwischen dem Bergell und Veltlin ihre Hauptausbreitung erlangen und einen Ausläufer bis Bellinzona hinsenden. Die Verbreitung dieser tertiären Eruptiva findet sich in den „Tektonischen Karten der südöstlichen Schweizeralpen“, Beiträge 1916 von Rudolf Staub.

Obgleich die mikroskopischen Untersuchungen dieser Gesteine noch nicht veröffentlicht sind, kann bei dem z. T. tonalitischen Charakter derselben die Anwesenheit radioaktiver Accessoria mit Sicherheit vorausgesagt werden. Zwar sollten bei dem jugendlichen Alter der Gesteine die auf radioaktivem Wege entstandenen pleochroitischen Höfe fehlen oder nur embryonal entwickelt sein, trotz Anwesenheit radioaktiver Kerne.

Rudolf Staub hat in seiner schönen Arbeit „Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge in den granitischen Gesteinen, den Serizitalbitgneissen, Apliten, Monzoniten und deren Ganggesteinen etc., oft reichlich Orthit und Zirkon als Kerne in pleochroitischen Höfen beobachtet, sodass auch da radioaktive Substanzen vorliegen werden, die zu absoluten Altersbestimmungen dienen können.

Ich habe mich darauf beschränken müssen, bloss diese wenigen, anregenden Beispiele hervorzuheben, obgleich noch viele Beobachtungen anderer Forscher innerhalb unserer Landesgrenze angeführt zu werden verdienten.

Für die Sedimentgesteine, die fast durchwegs mehr oder weniger radioaktiv sind, besitzt man zur Zeit noch keinen gangbaren Weg, ihr absolutes Alter direkt zu ermitteln. Indessen ist ein solcher Weg nicht von vorneherein als unmöglich zu bezeichnen. Vielleicht wird man zunächst so weit kommen, auf radioaktivem Wege verschiedene Sedimente in absolutem Zeitmass vergleichen zu können, dass man z. B. zwischen zwei petrographisch-faziell gleichen Sedimenten verschiedener geologischer Epochen die absolute Altersdifferenz bestimmt.

Für die praktische Durchführung von absoluten Altersbestimmungen kann u. a. folgender Weg betreten werdeu:

Von dem wichtigen, vermutlich radioaktiven Gestein wird eine gute Durchschnittsprobe von etwa 1 kg gesammelt und sehr fein pulverisiert. Ein Gramm hiervon wird noch feiner pulverisiert bis zur Korngrösse unter 0,01 mm, damit alle radioaktive Strahlung die Körnchen verlassen kann. Dieses äusserst feine Gesteinspulver wird in gleichmässiger Schicht, z. B. mit Alkohol, auf eine tellerförmige Platte aufgeschwemmt. Diese wird nach Ausglühen (zum Entfernen vorhandener Emanation) sofort in das Instrument für elektrometrische Messungen (z. B. Jonometer) eingeführt, mit welchem sich auf Grund der bewirkten Jonisation die Intensität der Radioaktivität des

Gesteinsmaterials herausstellt. Ist diese bedeutend höher als der Durchschnittswert der Eruptiva, so kann das Gestein für absolute Altersbestimmung geeignet sein.

Nun folgt eine genaue mikroskopische Untersuchung, bei der sich zeigen wird, welche Gesteinsaccessorien die hohe Radioaktivität des Gesteins bedingen. Diese Accessoria werden alsdann in genügenden Mengen nach den üblichen mechanischen Methoden aus dem Gesteinspulver getrennt, um daraus durch äusserst feine chemische Analysen den Gehalt an Uran, Thorium, Helium und Blei zu bestimmen. Das geologische Alter ergibt sich nach den auf Seite 70 erwähnten Formeln aus dem Verhältnis von Blei und Helium zu Uran oder Thorium.

Diese ausserordentlich viel Sorgfalt, Zeit und Sachkenntnis erfordernden Arbeiten können teilweise nur von Spezialisten und in besonderen Instituten ausgeführt werden. Das Resultat ist aber auch entsprechend wertvoll; denn heute sind die Radiologen darüber einig, dass die oben skizzierten Anschauungen theoretisch einwandfrei sind und nur die äusserst genaue Ausführung der praktischen Arbeiten zu vervollkommnen bleibt.

In der Radioaktivität als Zweiggebiet der Radiologie bleibt endlos vieles noch zu leisten, auf dass uns Licht werde in den tiefsten Tiefen naturwissenschaftlichen Erkennens, an dem auch die Geologie mitzuwirken hat und gleichzeitig Ergänzung finden wird.

Nachtrag.

Nachdem das Manuskript zu den vorstehenden Darlegungen abgeschlossen war, erhielt ich von meinem Freund Rudolf Staub Mitteilungen über die Eruptiva des Bergellermassivs, welche hier in extenso als Nachtrag folgen mögen:

„Zirkon und Orthit sind, soweit ich bis jetzt urteilen kann, in den jungtertiären Eruptivgesteinen des Bergellermassivs in ungefähr gleicher Quantität vorhanden, wie in den jungpaläozoischen Eruptiva des Berninagebirges.

Der Zirkon zeigt die gewöhnlichen Eigenschaften, der Orthit ist meist von bedeutend hellerer Farbe als im Engadin. Kräftig braune Töne im Pleochroismus sind selten. Desgleichen fällt als ein Hauptunterschied der Bergellerorthite gegenüber denen der alten Berninagesteine auf: das fast völlige Fehlen der dort so häufigen Epidotkränze. Die Umwandlung des Orthits in Epidot und Zoisit, unter Abgabe von Fe_2O_3 und der seltenen Erden ist also in den jungen Eruptiva des Bergells noch lange nicht so weit vorgeschritten wie in den alten Berninagesteinen. Man kann auch daraus ohne weiteres das bedeutend höhere Alter der letztern beweisen.

Pleochroitische Höfe um Zirkon und Orthit kommen auch in den Bergellergesteinen vor, jedoch in sehr verschiedenem Masse. — Das Hauptgestein, der porphyrartige Bergellergranit, zeigt in vielen Fällen nicht die geringste Spur von pleochroitischen Höfen, in andern Fällen aber kommen solche vor, sowohl um Zirkon wie um Orthit. Auch in dem feinkörnigen Novategranit der Cacciabella z. B. sind die Höfe recht verschieden. Ich traf dort Orthite ohne jeden Hof und winzige Höfe um Zirkon einerseits, anderseits aber auch solche, die den Durchmesser des Zirkonkornes bis auf das Zehnfache übertrafen. Solch riesige Höfe bilden aber eine Ausnahme, die zwar momentan noch nicht genau zu erklären ist, deren Grund ich aber zu erklären bestrebt sein werde. Es könnte sich dabei eventuell um ganz versteckte, letzte Reste eingeschmolzener alter Gesteine, d. h. deren Biotite handeln, doch ist diese Frage jetzt erst noch schwer zu entscheiden. — Der Tonalit und Diorit des jungen Massivs zeigt in der Regel auch nur ganz kleine Höfe oder aber, und dies in vielen Fällen, gar keine.

Ein bestimmtes, allgemein gültiges Gesetz lässt sich also an diesen Eruptiva an und für sich betrachtet, nicht aufstellen. Sehr lehrreich gestaltet sich aber der Vergleich der Eruptiva mit ihren ältern Einschlüssen von Gneissen, Amphiboliten etc. Dort sind die pleochroitischen Höfe ganz allgemein in viel grösserer Quantität und meist auch bedeutend grösserem Umfange vorhanden. Der Unterschied ist oft ganz frappant. Auch Mineralien, die in den jungen Eruptiva noch keine Spur von Höfen zeigen, wie z. B. der Titanit, weisen in den alten Amphiboliten z. B. bedeutende Höfe auf.

Ich glaube, gerade diese Differenz ist bei dieser Altersfrage der beteiligten Gesteine von ausschlaggebender Bedeutung, und es lässt sich demnach meine bisherige Erfahrung in folgenden Satz zusammenfassen:

Der Altersunterschied zwischen den jungen Bergellereruptiva einerseits, den alten Berninagesteinen und den ältern Bergellereinschlüssen anderseits äussert sich nicht etwa in dem völligen Fehlen der pleochroitischen Höfe einerseits, und in deren Vorhandensein anderseits, sondern dieser Altersunterschied kommt nur, aber in starkem Masse, in deren verschiedener Quantität zum Ausdruck. Auch die jungen Gesteine weisen pleochroitische Höfe auf, aber viel weniger und viel kleinere als ihre alten Verwandten."

Dieser Nachtrag ist für unser Thema ein wertvoller Fingerzeig.

Wie für die Gesteine am Piz Giuf und Umgebung, soll in einer spätern Arbeit von mir eingehenderes berichtet werden. Die in den jungen Bergellereruptiva auftretenden breiten pleochroitischen Hofbildungen halte ich, sofern diese radioaktiven Ursprungs sind, unbedingt als an ältere eingeschmolzene Gesteinsreste gebunden.

Hauptliteratur.

Rutherford. Radioaktive Substanzen und ihre Strahlungen. Marx, Handbuch der Radiologie. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft 1913.

St. Meyer und E. v. Schweidler. Radioaktivität. Verlag Teubner. 1916.

A. Gockel. Die Radioaktivität von Boden und Quellen. Sammlung Vieweg 1914.

Robert W. Lawson. Über absolute Zeitmessung auf Grund der radioaktiven Erscheinungen. Die Naturwissenschaften. 1917, Heft 26/27.

Robert W. Lawson. Das Alter der Thoriummineralien. Mitt. Nr. 100 aus dem Institut für Radiumforschung in Wien.

Besonders in den zwei ersten Fundamentalwerken finden sich vollständige Literaturverzeichnisse, auf die verwiesen wird, während die Arbeiten von Lawson für den Geologen wichtige Tabellen über absolute Altersbestimmungen von Mineralien und Gesteinen enthält.

Die Arbeit von A. Gockel enthält viele Tabellen über Thorium- und Radiumgehalt von Gesteinen und praktische Messmethoden, wie sie speziell für Geologen geeignet sind.

Der tektonische Zusammenhang von Glärnisch-, Schild- und Wiggisgruppe.

Von

J. OBERHOLZER, Glarus.

Mit 3 Profilen.

(Als Manuskript eingegangen am 17. Juli 1918.)

Wenn die Erosion nicht tiefe Furchen in den massigen, ungegliederten Gebirgskörper geschnitten hätte, den die Alpen nach ihrer Auffaltung darstellten, so wäre es den Geologen kaum möglich geworden, die grossen Komplikationen ihres inneren Baues klarzulegen. Aber andererseits bilden diese Defekte im Alpengebäude auch wieder ein Hemmnis für die Erforschung seines Bauplanes. Nur auf mühsamen Umwegen ist es oft möglich, eine Vorstellung darüber zu gewinnen, wie die tektonischen Glieder zweier jetzt durch einen breiten Taleinschnitt von einander getrennten Gebirgsmassen einst miteinander in Verbindung standen. Ein hübsches, doch nicht allzu schwieriges Problem dieser Art bieten die drei Berggruppen dar, welche Linthtal und Klöntal bei Glarus einrahmen. An den Felswänden, mit denen sie gegen die Täler abfallen, lässt sich der tektonische Bauplan jeder dieser Berggruppen mit ziemlicher Klarheit feststellen; aber trotzdem ist es durchaus nicht auf den ersten Blick ersichtlich, wie die tektonischen Einheiten der einen Gruppe durch die Hohlräume der Täler hindurch mit denjenigen der benachbarten Gebirge zu verbinden sind.

In früheren Mitteilungen[1]) habe ich eine kurze Übersicht über die Tektonik der drei Gebirgsgruppen gegeben. Im Folgenden soll ihr tektonischer Zusammenhang etwas eingehender, namentlich auch mit Zuhülfenahme der Faziesverhältnisse, begründet werden.

---

[1]) J. Oberholzer: Die Überfaltungsdecken auf der Westseite des Linthtales; Eclogae geol. Helvetiae, 1908, Vol. X. p. 531—555. — Der Deckenbau der Glarneralpen östlich von der Linth; Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Ges. 1914; ebenso in Eclogae geolog. Hetvetiae, 1914, Vol. XIII. p. 369—372. — Bericht über die Exkursion der Schweiz. Geolog. Ges. in die Glarneralpen 1917; Eclogae geolog. Helvetiae. Vol. XIV, p. 687—704.

1. Übersicht über die Tektonik der Schildgruppe.

Um den tektonischen Zusammenhang von Glärnisch, Schild und Wiggis festzustellen, gehen wir am zweckmässigsten von der Schildgruppe aus, deren Deckenbau besonders auf der gegen das Linthtal gerichteten Abdachung recht klar zutage tritt. Wie sich schon aus der geologischen Karte[1]) ersehen lässt, sind am Aufbau der vom Gufelstock nach dem Kerenzerberg verlaufenden Schildkette drei in Form von Überfaltungsdecken übereinanderliegende normale Schichtserien beteiligt (Fig. 1):

1. Die Glarnerdecke ruht, wie die Aufschlüsse an der Lochseite bei Schwanden und im Mühlebachtal bei Engi beweisen, als tiefste der drei Decken auf dem Flysch, über den die gesamten nördlichen Kalkalpen zwischen dem Aarmassiv und dem Molasseland hinweggeschoben sind. Sie baut den ganzen südlichen Teil der Schildkette auf und umfasst die gesamte Schichtreihe vom Verrucano bis zu den eocänen Globigerinenmergeln. Der Verrucano ist an den Abhängen nördlich von Sernf- und Mühlebachtal von unten bis oben als grobklastische rote Breccie (Sernifit) ausgebildet und erreicht hier mit über 1500 m seine maximale Mächtigkeit im Gebiet der Glarneralpen. Die Trias (Melsersandstein, Rötidolomit und Quartenschiefer) bildet besonders die breiten Hochflächen von Fessisalp und Walenfessis und die gegen das Tälchen von Brandalp abfallenden Abhänge der Gufelstockkette. Darüber folgen am Schild Dogger und Malm, auf seiner Nordwestabdachung im Gebiet von Heubodenalp und Plattenalp die Kreide und das Eocän.

Verrucano und Trias bilden im südlichen Teil der Schildkette im ganzen ein breites Gewölbe, das mit steil gegen WNW fallendem Nordschenkel unter den Schild taucht und in der Scheitelregion im Gebiet von Fessisalp, Schafläger und Hechlenstock innerhalb der Trias viele kleinere Störungen in Form von teils flachwelligen, teils schmal gedrückten Falten und schuppenartigen Überschiebungen aufweist. Noch intensivere Störungen folgen am Schild innerhalb Jura und Kreide. Besonders fallen zwei fast parallele, mit etwa 35° Neigung gegen SE fallende Bruchflächen auf, welche die steil nach NW fallenden Malm- und Kreideschichten quer durchschneiden und im Gebiete von Rässegg und Schlafstein einen mächtigen Keil zwischen sich einschliessen, der um mehrere hundert Meter unter Jura und Trias des Schildgipfels nach SE zurückgeschoben ist. Der obere dieser

---

[1]) J. Oberholzer und Alb. Heim. Geologische Karte der Glarneralpen. 1:50000. Spezialkarte No. 50, publiziert von der Schweiz. geolog. Kommission. Francke, Bern. 1910.

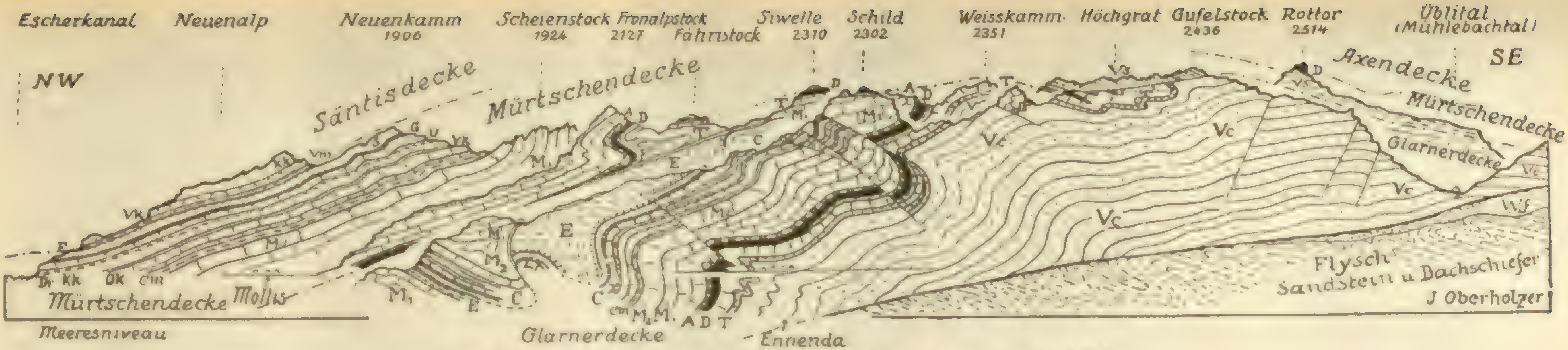

Escherkanal
Neuenalp
Neuenkamm 1906
Scheienstock 1924
Fronalpstock 2127
Fähristock
Siwelle 2310
Schild 2302
Weisskamm 2351
Höchgrat
Gufelstock 2436
Rottor 2514
Üblital (Mühlebachtal)
NW
SE
Säntisdecke
Mürtschendecke
Axendecke
Mürtschendecke
Glarnerdecke
Vc
Vc
Vc
Vc
Vs
WF
Flysch Sandstein u. Dachschiefer
J. Oberholzer
Mürtschendecke
Mollis
Meeresniveau
Glarnerdecke
Ennenda
ADT
E
M₁
M₂
C
Vm
Vk
Kk
Ök
Cm
Dr
G
U
S
A
D
T

Fig. 1. Profil durch die Schildkette. 1 : 75 000.

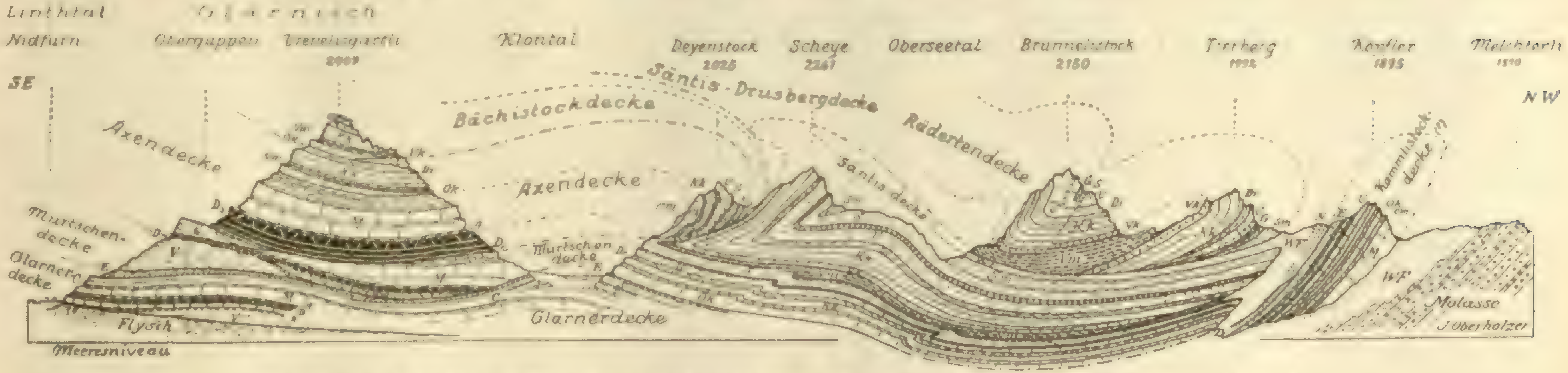

Linthtal
Glärnisch
Nidfurn
Oberguppen
Vrenelisgärtli 2909
Klöntal
Deyenstock 2026
Scheye 2261
Oberseetal
Brunnelistock 2150
Tierberg 1992
Köpfler 1895
Melchterli 1510
SE
NW
Säntis-Drusbergdecke
Bächistockdecke
Rädertendecke
Axendecke
Axendecke
Säntisdecke
Kammlistockdecke (?)
Mürtschendecke
Glarnerdecke
Mürtschendecke
Glarnerdecke
Flysch
WF
WF
Molasse
J. Oberholzer
Meeresniveau
V
D
Kk
Vk
Ök
Cm
Vm

Fig. 2. Profil durch den Glärnisch und die Wiggisgruppe. 1 : 100 000.

WF = Wildflysch
Ts = Taveyannazsandstein
E = Eocän (Nummulitenkalk u. Globigerinschiefer)
S = Seewerkalk
G = Gault
U = Schrattenkalk
Dr = Drusbergschichten
Kk = Hauterivien-Kieselkalk
Vk = Valangienkalk
Vm = Valangienmergel
Ök = Öhrlikalk
C = Kreide
Cm = Cementsteinschichten.
M₂ = Korallenkalk des Tithon
M₁ = Unterer u. mittlerer Malm
A = Schiltkalk
D = Dogger
T = Trias
Vs = Verrucanoschiefer
Vc = Verrucanokonglomerat

beiden Brüche kann als eine Faltenverwerfung aufgefasst werden, da er in der Tiefe, wie man am Abhang zwischen Äugsten und Brand beobachten kann, in eine gegen NW geöffnete, scharf gebogene Synklinale übergeht. Die nach NW sinkenden Malm- und Kreideschichten bilden nachher noch zwei knieförmige, gegen NW geneigte Falten, eine kleinere unter dem oberen Teil von Heubodenalp und dann unter den Ennetbergen eine weit grössere, in deren leicht überkipptem Mittelschenkel Kreide und Eocän bis auf die Sohle des Linthtales hinuntersteigen. Etwa 500 m weiter im Norden tauchen sie wieder gewölbeartig empor und brechen dann in der Bachselirunse oberhalb Alpenbrückli plötzlich ab. Im Kern der so gebildeten Synklinale liegt die mächtige Globigerinenmergelmasse der Ennetberge. Als eine nördliche Fortsetzung der Glarnerdecke darf vielleicht der unterhalb Netstal über dem rechten Linthufer fensterartig auftauchende, von Globigerinenmergeln bedeckte Malm von Krähenberg betrachtet werden.

2. Die Mürtschendecke wird von ihrer Unterlage durch eine Überschiebungsfläche getrennt, die im Süden zwischen Gufelstock und Schild fast horizontal liegt, dann zu steilerem Nordwestfallen umbiegt und zwischen Netstal und Mollis unter die Sohle des Linthtales taucht. Dieses Verlaufes der Schubfläche wegen ist diese zweite Decke im Süden nur in ihren älteren Schichten (Verrucano bis Schiltkalk) und bloss in Form von inselartigen Erosionsrelikten (Gufelstock-Höchgrat, Schwarzstöckli, die drei Schildgipfel) erhalten geblieben. Erst vom Fähristock an tritt sie als zusammenhängende Gebirgsmasse auf; ihre Juraschichten bauen Fronalpstock und Scheienstock. Kreide und Eocän den Neuenkamm und den tieferen Teil des Kerenzerberges auf. Nördlich vom Spaneggsee sieht man den Malm von Fronalpstock und Scheienstock in den Mürtschenstock hineinstreichen, und ebenso steht die Kreide des Neuenkammgebietes in direkter Verbindung mit derjenigen am nördlichen Ausläufer des Mürtschenstock. Diese Zusammenhänge beweisen, dass die normale Schichtreihe, welche den Mürtschenstock und seine gegen Mühlehorn sinkende Abdachung aufbaut und unten mit dem Verrucano am Grate von Kühmettler und Drei Hörner abschliesst, mit der vorhin als Mürtschendecke der Schildkette besprochenen Schichtreihe eine einheitliche Decke bildet.

Die Überschiebungsfläche zwischen Mürtschendecke und Glarnerdecke verläuft völlig diskordant zu den Schichten beider Decken und zwar in der Weise, dass in der Richtung von Norden gegen Süden und Osten sowohl als Dach der Glarnerdecke wie als Basis der Mürtschendecke immer ältere Schichten auftreten. Oberhalb Krähenberg bei Netstal, kurz vor ihrem Untertauchen unter die Talsohle, beginnt die Mürtschendecke mit schwachen Resten von Trias, unter Fronalpstock und Fähristock ruht sie mit voll entwickelter Trias auf Flyschmergeln, in der Gipfelregion des Schild direkt auf dem Malm, im Gebiete des Gufelstock und am Westrande des Murgtales mit Verrucano auf Rötidolomit oder Verrucano der Glarnerdecke.

Als Rest eines Mittelschenkels zwischen den beiden Decken darf wahrscheinlich eine an den Lochseitenkalk erinnernde brecciöse oder marmorisierte Kalkbank von 10—30 m Dicke betrachtet werden, die zwischen Fronalpstock und Schild auf der Überschiebungsfläche auftritt und an ihrer Basis von dünn gequetschten Resten von Seewerkalk begleitet wird. In ähnlicher Weise lässt sich vielleicht die merkwürdigste tektonische Erscheinung der Schildgruppe erklären, eine zwischen Mürtschendecke und Glarnerdecke eingeklemmte, verkehrt liegende, Malm, Kreide und Eocän umfassende Schichtreihe, die am Westfusse des Fronalpstock vom Linthufer bis auf die Terrasse von Matten hinaufreicht und in der Höhe durch die Überschiebungsfläche der Mürtschendecke schief abgeschnitten wird.

Die Mürtschendecke der Schildgruppe zeigt im ganzen eine ruhigere Lagerung als die Glarnerdecke. Im Mürtschenstock sind die Juraschichten zu zwei prachtvoll geschwungenen Falten zusammengeschoben, deren nördliche sich westwärts im Fronalpstock, ostwärts im Alpfirzstock fortsetzt. Nördlich davon sinken Jura und Kreide mit 20—25° Neigung und sanftwelligen Verbiegungen gegen den Walensee und die Linthebene und tauchen dann am Nordufer des Sees wieder im Sockel der Churfirstenkette empor. Ein grosser, Mürtschendecke und Glarnerdecke durchschneidender Querbruch lässt sich vom Kessel von Spanegg auf 8 km Länge über Mürtschenfurkel, Murgseefurkel und Widersteinerfurkel bis ins Mühlebachtal verfolgen. Längs der Bruchfläche ist der östlich davon liegende Gebirgsteil beträchtlich in die Tiefe gesunken.

3. Die Säntisdecke ist nur im Nordwesten unserer Berggruppe als Unterlage der Neuenalp in Form eines 4 km langen und 2,5 km breiten, ausschliesslich aus unterer Kreide bestehenden Lappens erhalten geblieben. Sie ruht mit Valangienmergeln überall auf dem fast nur durch Nummulitenkalk repräsentierten Eocän der Mürtschendecke und fällt konkordant mit letzterer ziemlich gleichförmig gegen Nordwesten.

2. Der tektonische Zusammenhang von Schild- und Wiggisgruppe.

Man erkennt fast auf den ersten Blick, dass die mächtigen Felswände, mit denen Wiggis und Rautispitz gegen das Linthtal abfallen, im wesentlichen aus zwei Decken aufgebaut sind. Die tiefere derselben beginnt über dem Grundkopf bei Riedern mit Dogger, umfasst noch Malm und Kreide und endigt an der äussern Kante der von der Talsohle bei Näfels südwärts ansteigenden Terrasse von Wiggisalpeli mit Nummulitenkalk. Westwärts streicht sie durch die Büttenenwand bis in den Südfuss des Deyenstock hinein. Die zweite Decke besteht ausschliesslich aus Kreide und bildet die Gipfel der Wiggiskette und ihre zum Oberseetal absinkenden Abhänge. Nordwärts greift sie in breiter, prachtvoll gebogener Mulde unter dem Oberseetal durch und bricht nördlich davon in der Fridlispitzkette plötzlich ab. Im Süden endigt sie mit der Doppel-Synklinale des Wiggisgipfels und des Krautlistocks und hängt durch dieselbe mit einer höhern Decke, der Rädertendecke, zusammen. Diese selbst ist durch die Ochsenkopf-Synklinale mit der Drusbergdecke verbunden, welche die Kreidegebirge westlich vom Wäggital und nördlich vom Pragelpass aufbaut. (Vergl. hiezu Eclogae geolog. Helvet. Vol. X, p. 548—552 und Tafel XII und XIII.)

Unter der tiefern der beiden Decken erscheint am Grundkopf am Südostfuss des Wiggis noch Korallenkalk des Tithon als Glied einer noch tieferen kleinen tektonischen Einheit. In keinem Zusammenhang mit den beiden Decken steht auch die Wagetenkette, die am Nordrande der Wiggisgruppe aus dem subalpinen Flysch auftaucht. Ferner kommt der Deyenkette am Südrande der Gruppe eine besondere tektonische Stellung zu und endlich wäre als besondere Decke noch der Wildflysch zu nennen, der von der subalpinen Flyschzone aus in die Synklinalen zwischen den verschiedenen Decken eindringt. (Vergl. Fig. 2.)

Man hat von jeher in der Oberseetal-Synklinale die westliche Fortsetzung der klassischen Kreidemulde von Amden betrachtet, da beide im gleichen Streichen liegen und nach Form und geologischem Bau auffallend miteinander übereinstimmen. Seitdem wir vom Deckenbau der Alpen sprechen, galt es daher auch als sichere Tatsache, dass die Decke, der die Oberseetalmulde angehört, also die über dem Eocän von Näfels-Wiggisalpeli liegende Decke, wie auch der über dem Eocän des Kerenzerberges liegende Kreidelappen von Neuenalp zur gleichen Überfaltungsdecke gehören, wie die Amdenermulde, also zur Säntisdecke, die den über dem Eocänband Betlis-Laubegg-Walenstadterberg liegenden obern Teil der Churfirstenkette und das Säntisgebirge aufbaut.

Lassen schon die tektonischen Formen diesen Zusammenhang als sicher erscheinen, so macht ihn eine Vergleichung der Faziesverhältnisse zur völligen Gewissheit. In allen drei Gebieten, in der Gipfelregion der Wiggiskette, auf Neuenalp wie in der Säntisdecke auf der Nordseite des Walensees[1], tritt die Kreide in einer neuen, von derjenigen der tieferen Decken stark abweichenden, namentlich durch weit grössere Mächtigkeit ausgezeichneten Fazies auf. Ich hebe hier nur die auffallendsten dieser Faziesmerkmale hervor. Während im Autochthonen und in Glarner- und Mürtschendecke die Valangienmergel noch fehlen oder nur durch schwache sterile Mergellagen vertreten sind, erscheinen sie auf Wiggisalpeli und Neuenalp wie im obern Teil der Churfirstenkette in einer Mächtigkeit von 80—100 m und zeichnen sich oft durch Reichtum an Petrefakten (besonders Exogyra Couloni d'Orb. und Alectryonia rectangularis Röm.) aus. Der Valangienkalk ist in allen drei Gebieten 50—80 m mächtig, kieselkalkartig feinspätig und in einzelnen Lagen reich an Kieselknauern, in den tieferen Decken dagegen nur 10—25 m mächtig und gleichförmig grobspätig. Der Hauterivien-Kieselkalk übertrifft mit 120—200 m Mächtigkeit denjenigen der tiefern Decken um das Mehrfache. Die Drusbergschichten sind ebenfalls weit mächtiger als in den tiefern Decken und im Gegensatz zu diesen arm an Exogyra aquila d'Orb. Der Schrattenkalk ist am Wiggis wie im westlichen Teil der Churfirstenkette etwa 250 m mächtig und durch stark kalkige Ausbildung der Orbitolinaschichten ausgezeichnet. An beiden Orten ist auch der Gault über 50 m mächtig und umfasst nicht nur Cenoman und Albien, wie in den tiefern Decken, sondern auch noch das Gargasien. Der Seewerkalk ist in der Wiggiskette wie in den Churfirsten inwendig viel heller grau als in den tiefern Decken und enthält an beiden Orten im untern Teil eine rote Bank. In der Oberseetalmulde wie in der Mulde von Amden werden die Seewerschichten von mächtigen Senonmergeln bedeckt, die den tiefern Decken völlig fehlen. Endlich fehlt an beiden Orten der Nummulitenkalk, der in den untern Decken überall auf der obern Kreide transgrediert.

Nachdem so der tektonische Zusammenhang der Kreide der

---

[1] Die Stratigraphie der Gebirge nördlich vom Walensee ist von Arnold Heim in seiner Monographie der Churfirsten-Mattstockgruppe (Beiträge z. geolog. Karte der Schweiz, Liefg. 50) aufs gründlichste dargestellt.

Neuenalp einerseits mit der Säntisdecke auf der Nordseite des Walensees, anderseits mit der Kreide der Oberseetalmulde und der Gipfelregion des Wiggis nachgewiesen ist, liegt der Schluss auf der Hand, dass die unter dieser Säntisdecke liegende normale Schichtreihe in allen drei Gebirgsgruppen einer und derselben Decke angehört, dass also die im Sockel der Wiggisgruppe unter dem Eocän des Wiggisalpeli liegende Schichtserie zur Mürtschendecke gehört wie die Jura-Kreideserie von Fronalpstock und Neuenkamm auf der Ostseite des Linthtales.

Für diesen Zusammenhang spricht auch die Übereinstimmung der beiden Deckengebiete in einigen andern Erscheinungen tektonischer Art. Auf beiden Seiten des Linthtales sinkt die Schichtreihe ziemlich gleichförmig nach NW. Am Rautispitz wie am Kerenzerberg ruhen die Valangienmergel der Säntisdecke meistens unmittelbar auf den Nummulitenschichten der tiefern Decke, die Überschiebungsfläche liegt also an beiden Orten inbezug auf die hangende und auf die liegende Decke im gleichen stratigraphischen Niveau. Ebenso beginnt die untere Decke am Grundkopf an der Südostecke des Wiggis wie oberhalb Krähenberg am Westfusse des Fronalpstockes, also an zwei annähernd im gleichen Streichen liegenden, etwa 3 km voneinander entfernten Stellen, mit derselben Schichtgruppe, mit Dogger-Echinodermenbreccie.

Völlige Gewissheit darüber, dass die Schichtreihe im Wiggissockel bei Netstal die Fortsetzung derjenigen der Mürtschendecke des Fronalpstockgebietes darstellt, erlangen wir wieder durch die Vergleichung der Faziesverhältnisse, wobei sich die völlige Übereinstimmung der gleichalterigen Schichten beider Gebiete nach Mächtigkeit und lithologischem Charakter herausstellt. Aus dieser Vergleichung hebe ich folgende Tatsachen hervor:

Der tithonische Korallenkalk ist an beiden Orten 70—80 m mächtig, wesentlich schwächer als in der Glarnerdecke. Die Zementsteinschichten (Portlandien) sind im Süden an der Büttenenwand am Wiggis wie am Mürtschenstock relativ mächtig, reich an schwarzen Mergellagen mit eingelagerten spätigen oder oolithischen Kalkbänken und werden in beiden Berggruppen nach Norden auffallend schwächer und ärmer an Mergellagen. Der Öhrlikalk ist auf beiden Talseiten ein gut gebankter oolithischer Kalk von 60—100 m Mächtigkeit. Die Valangienmergel fehlen an beiden Orten. Der Kieselkalk schwillt in beiden Gebieten von Norden gegen Süden von 25 m auf 50—60 m an. Die Altmannschichten fehlen als scharf ausgeprägter Horizont. Die Drusbergschichten sind sehr reich an Exogyra aquila d'Orb. und zeigen im mittleren Teil eine 10—20 m mächtige Folge von spätigen Kalkbänken mit dünnen Mergellagen. Der obere Schrattenkalk ist in beiden Gebieten nur 5—25 m mächtig. Der Gault ist nur 6—10 m mächtig und umfasst bloss Albien und unteres Cenoman. Der Seewerkalk ist mit 60—100 m in beiden Gebieten auffallend mächtig. Der Nummulitenkalk ist auf beiden Talseiten als glaukonitreicher Assilinengrünsand mit dünnen Mergellagen ausgebildet.

Schwieriger ist es, einen Entscheid über die tektonische Stellung der unter der Mürtschendecke liegenden Korallenkalkmasse des Grundkopf an der Südostecke des Wiggis zu fällen. Da Kreide und Eocän in ihrem Hangenden ganz fehlen, gehört sie wahrscheinlich nicht zur Glarnerdecke. Am ehesten darf sie als Fortsetzung der im ersten Abschnitt erwähnten, am Westfusse des Fronalpstock zwischen Glarner- und Mürtschendecke eingeklemmten, verkehrtliegenden Malm-Kreideserie betrachtet werden, da letztere mit ihr im gleichen Streichen liegt, ebenfalls Korallenkalk als mächtigstes Schichtglied enthält und oben auch durch die Überschiebungsfläche der Mürtschendecke schief abgeschnitten wird. Dass der Grundkopf einem tektonisch sehr stark gestörten Gebiete angehört, beweisen die vielen Klüfte und Rutschflächen, die sein Gestein nach allen Richtungen durchziehen. Zur gleichen, zwischen Glarner- und Mürtschendecke eingekeilten Scholle sind wahrscheinlich auch die westlich von Riedern in der Umgebung von Staldengarten und in der Löntschschlucht zutage tretenden, zum Teil stark brecciösen Quintnerkalkmassen zu rechnen.

Da die Wagetenkette bei Oberurnen in ähnlicher Weise annähernd parallel zum Nordflügel der Oberseetalmulde der Säntisdecke emporsteigt, wie die Mürtschendecke bei Näfels unter diese Synklinale untertaucht, so liegt die Vermutung nahe, sie sei nichts anderes als die Nordstirn der Mürtschendecke. Ernst Blumer[1]) und Arnold Heim[2]) haben bereits gestützt auf die Faziesverhältnisse diesen Zusammenhang bestritten und die Vermutung ausgesprochen, die Wagetenkette gehöre zur Glarnerdecke oder stamme vielleicht sogar aus dem Gebiet der parautochthonen Decken. Dass sie eine ungewöhnlich hoch aufsteigende autochthone Falte ist, ist von vornherein unwahrscheinlich, da sie alle Kreidestufen vom Öhrlikalk bis zum Seewerkalk enthält, während in den nördlichsten, bei Linthal auftauchenden autochthonen Falten erst der Öhrlikalk vorhanden ist und die mittlere und obere Kreide erst weiter im Süden sich einstellen. Auch zeigen die Nummulitenschichten der Wagetenkette eine südlichere Fazies als diejenigen der nördlichsten autochthonen Falten des Linthgebietes. Während sie in letztern stets mit grobkörnigem, nummulitenarmem Quarzsandstein beginnen, sind in der Wagetenkette ihre untersten Lagen als stark glaukonitischer Sandkalk mit lagenweise gehäuften Assilinen ausgebildet.

---

[1]) Ernst Blumer. Zur Kenntnis des helvetischen Alpen-Nordrandes. Vierteljahrsschrift d. Zürcher naturf. Gesellschaft, 1906, p 476.

[2]) Arnold Heim. Die Nummuliten- u. Flyschbildungen der Schweizeralpen. Abhandlungen d. schweiz. paläont. Gesellsch. Vol. XXXV. 1908, p. 66—67. — Monographie der Churfirsten-Mattstockgruppe. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, Liefg. 50, 1917, p. 646.

Der mächtige Korallenkalk des Tithon, die Fazies der Zementsteinschichten, die in der Wagetenkette wie am Schild einen etwa 25 m mächtigen Wechsel von dunkelgrauen Kalkbänken mit dünnen schwarzen Mergellagen bilden, die schwach entwickelte Kreide würden schon eher gestatten, die Wagetenkette als Nordstirn der Glarnerdecke aufzufassen. Allein mehrere Tatsachen stehen auch dieser Annahme entgegen und lassen es als wahrscheinlicher erscheinen, dass sie einem ursprünglich noch nördlicheren Faziesgebiete, demjenigen der Griesstock- oder Kammlistockdecke der Claridenkette entstammt.

a) Vor allem gibt die Facies der Nummulitenschichten zu Bedenken Anlass. Während sie noch in der Glarnerdecke am Schild als etwa 5—7 m mächtiger, ziemlich homogener glaukonitreicher Kalk ausgebildet sind, dessen Nummulitenfauna zum weitaus grössten Teil aus Assilina exponens besteht, sind sie an der Wageten etwa 15 m mächtig und gliedern sich in einen untern Glaukonitsandkalk mit massenhaften Assilinen und einen obern, von glaukonitischen Linsen durchzogenen blaugrauen Kalk, reich an Nummulina complanata Lam., N. helvetica Kaufm. und Orthophragminen. In ganz ähnlicher Ausbildung und mit derselben Fauna finden wir die Nummulitenschichten z. B. auf der Alp Gemsfayer in der Claridenkette. Würden wir die Wagetenkette als Nordstirn der Glarnerdecke auffassen, so wären wir genötigt, innerhalb der 6—7 km langen Strecke zwischen Wageten und Schild einen zwar nicht unmöglichen, aber doch wenig wahrscheinlichen, sehr starken Fazieswechsel anzunehmen.

b) In der Glarnerdecke der Schildgruppe (und, wie wir später sehen werden, auch am Glärnisch) sind die Orbitolinaschichten des Schrattenkalks unter der Transgressionsgrenze des Albien in einer Mächtigkeit von 15—20 m vorhanden. In der Wagetenkette dagegen fehlen nach meinen Beobachtungen nicht nur der obere Schrattenkalk, sondern auch die Orbitolinaschichten. Einzig am Ostende der Kette bei Oberurnen konnte ich einige schwache Reste derselben bemerken. Auch in der Claridenkette, z. B. am Kammerstock, sind sie stellenweise in schwacher Entwicklung vorhanden.

c) In der Glarnerdecke der Schildgruppe fehlen typische Altmannschichten. Sie sind lithologisch dadurch angedeutet, dass die im Dache des Hauterivien-Kieselkalkes liegenden Echinodermenkalkbänke von glaukonitischen Schlieren durchzogen werden. In der Wagetenkette dagegen liegen (z. B. östlich vom Wagetengipfel) über 20—22 m Kieselkalk zunächst 1,5 m Echinodermenbreccie mit Glaukonitschlieren und darüber eine etwa 10 m mächtige, an die Altmannschichten erinnernde Folge von glaukonitreichen Kalkbänken. In gleicher Weise ist auch am Kammerstock in der Claridenkette zwischen Kieselkalk und austernreiche Drusbergschichten eine ziemlich mächtige Folge von Glaukonitkalkbänken eingeschaltet.

d) Die etwa 60—80 m mächtigen eocänen Globigerinenmergel der Wagetenkette werden von typischem Taveyannazsandstein bedeckt in der Glarnerdecke am Schild dagegen sind die Globigerinenmergel über 200 m mächtig und Taveyannazsandsteine fehlen. In mächtiger Entwicklung finden wir letztere in den autochthonen Falten der Hausstockgruppe und der Claridenkette, nach W. Staub¹) und Arnold Heim²) auch in der parautochthonen Hoh-Faulendecke des Windgellengebietes, nach W. Staub auch in der Griesstockdecke bei Heitmannsegg, westlich vom Klausenpass.

Diese Tatsachen zeigen, dass Kreide und Tertiär der Wagetenkette faziell enger mit dem Gebiet der parautochthonen Decken der Claridenkette als mit der Glarnerdecke verbunden sind. Vielleicht handelt es sich um ein Stück der Griesstock- oder Kammlistockdecke, das durch die darüber gleitenden Decken von seiner Wurzel abgequetscht und nordwärts bis an den Alpenrand vorgeschoben wurde.

3. Der tektonische Zusammenhang zwischen Schild- und Glärnischgruppe.

Wie ich früher (Eclogae geol. Helvet., Vol. X, p. 531—555) dargelegt habe, sind am Aufbau der Glärnischgruppe hauptsächlich drei grosse Überfaltungsdecken beteiligt:

1. Die Glarnerdecke tritt auf der Ostseite der Berggruppe vom Stöckli am Vorderglärnisch bis zur Fritternrunse an der Klausen-

---

¹) W. Staub, Geologische Beschreibung der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, Liefg. 62, 1911, p. 47—51.

²) Arnold Heim, Zur Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, Liefg. 61, p. 42.

strasse als relativ niedrige Felsmauer im Sockel des Gebirges gesimseartig aus dem Abhang hervor. Sie beginnt südlich von Thon mit Rötidolomit, weiter im Süden mit Dogger oder Malm und endigt oben mit eocänen Globigerinenmergeln. Die ganze Schichtreihe ist überall mehr oder weniger stark durch Quetschung reduziert. Unter der Terrasse von Braunwald ist sie auf eine stark metamorphe Kalkbank reduziert und westlich von der Fritternrunse über dem Urnerboden ist sie völlig verschwunden.

2. Die Mürtschendecke baut am Vorderglärnisch den mittleren Teil der gegen das Linthtal abfallenden Steilwände auf und umfasst hier Trias, Dogger, Malm und Öhrlikalk. In der Guppenrunse stellt sich an der Basis noch Verrucano ein, der südwärts rasch bis auf 500 m Mächtigkeit anschwillt, dann wieder abnimmt, während gleichzeitig im Dache der Decke die jüngeren Schichten durch die Überschiebungsfläche der nächst höhern Decke der Reihe nach abgeschnitten werden. Südlich vom Luchsingertobel ist die ganze Decke auf eine wenige Meter mächtige Verrucanolage reduziert und unter dem ganzen südlichen Teil der Glärnisch-Ortstockgruppe durch Verquetschung verschwunden.

3. Die Axendecke bildet den ganzen oberen Teil der Glärnisch-Ortstockgruppe und die ganze zwischen Urnerboden, Schächental, Vierwaldstättersee und Pragelpass sich ausdehnende Jura- und Kreide-Gebirgstafel. In ihrer Kreideregion treten über der eigentlichen Axendecke noch eine Reihe von Zweigdecken auf (Bächistockdecke, untere und obere Silberndecke, Toralpdecke). An den Gipfeln des Glärnisch ist nur die tiefste derselben, die Bächistockdecke, erhalten geblieben. Als weitere tektonische Einheiten wären noch zu nennen:

4. Die Griesstockdecke, die von der Claridenkette her längs der Klausenstrasse unter die Axendecke und die Glarnerdecke taucht, aber schon westlich von Linthtal endigt.

5. Die Wildflyschdecke, die unter dem südlichen Teil der Glärnisch-Ortstockgruppe die Unterlage der helvetischen Decken bildet, unter ihrem nördlichen Teil aber verquetscht zu sein scheint.

Es ist nun zu untersuchen, ob die beiden als Glarner- und Mürtschendecke bezeichneten Decken der Glärnischgruppe wirklich identisch sind mit Glarnerdecke und Mürtschendecke der Schildgruppe. Nach dem äusseren Schichtenbau zu urteilen, erscheint ein direkter tektonischer Zusammenhang der beiden Gebirge auf den ersten Blick wenig wahrscheinlich. Am Schildabhang über Ennenda sehen wir eine einzige normale Schichtreihe mit mächtigem Verrucano und Jura und erst an den Gipfeln kleine Reste einer höhern

Decke, an den Glärnischwänden aber eine dreifache Wiederholung von Jura und Kreide und im Sockel keinen Verrucano, dafür im gleichen Niveau mit diesen alten Schichten des Schild Kreide und Eocän. Am Schild beobachten wir ein starkes Nordwest-Fallen der Schichten, kräftige Faltungen und Bruchverschiebungen, während an den gegenüberliegenden Glärnischwänden die Schichtlinien in auffallend ruhiger Lagerung fast horizontal verlaufen.

Da die tiefste zwischen Glarus und Linthal am Ostfusse des Glärnisch zutage tretende Decke auf dem basalen Flysch ruht und an ihrer Basis von einer typischen Lochseitenkalkbank begleitet wird, genau wie die Glarnerdecke der Schildgruppe an der Lochseite bei Schwanden, so liegt trotz der vorhin betonten Unterschiede im Bau der beiden Berggruppen die Annahme nahe, jene Decke sei die westliche Fortsetzung der Glarnerdecke der Schildgruppe. Daran wird man sofort den Schluss fügen, dass die zweite Decke im östlichen Teil der Glärnischgruppe identisch ist mit der zweiten Decke des Schildgebietes, also mit der Mürtschendecke. Volle Gewissheit über die Richtigkeit dieser Vermutungen bringt nun die Faziesvergleichung der Schichten gleichen Alters.

Die Bergsturzmassen am Glärnischfuss zwischen Schwanden und Glarus verhindern leider, zu sehen, ob dort die tiefste Decke des Glärnisch bis in den Verrucano hinunterreicht und ob dieser dasselbe grobklastische Gestein ist wie in der Glarnerdecke der Schildgruppe. Infolge der tektonischen Reduktion, welche die Decke gegen Süden erleidet, fehlt südlich von Schwanden der Verrucano am Fusse des Glärnisch. Es steht dies im Einklang damit, dass auch in der Kärpfgruppe der Verrucano der Glarnerdecke nach Süden eine rasche Reduktion erfährt und schliesslich verschwindet.

Wichtig ist nun die Tatsache, dass der am Ostabhang des Glärnisch zwischen Guppenruns und Luchsingertobel als tiefstes Schichtglied der zweiten Decke auftretende Verrucano nicht als grobes Sernifitkonglomerat ausgebildet ist, wie in der Glarnerdecke der Schildgruppe. Er ist, wie man besonders gut an der Guppenrunse sehen kann, seiner Hauptmasse nach ein roter, etwas schieferiger Sandstein oder sandiger Schiefer, meistens reich an weissen Glimmerblättchen und kleinen eckigen Quarzkörnern. Einzelne ziemlich grobkonglomeratische Bänke kommen zwar vor, treten aber gegenüber dem schieferigen Gestein stark zurück. In ganz ähnlicher Fazies ist der Verrucano der Mürtschendecke in der Schildgruppe ausgebildet. Am Südostfusse des Mürtschenstock, auf Bärenboden südlich vom Alpfirzstock und am Grate des Kühmettler besteht er grösstenteils aus groben roten Tonschiefern mit reichlichen Glimmerschüppchen und feinen Quarzkörnern, schieferigen, glimmerhaltigen, feinen bis ziemlich grobkörnigen Sandsteinen, und auch die in den tieferen Lagen noch vorwiegenden konglomeratischen Bänke sind stets weniger grobklastisch als in der Glarnerdecke und meistens etwas schieferig. Diese Faziesübereinstimmung beweist, dass der Verrucano am Ostabhang des Glärnisch tektonisch nicht mit dem ihm benachbarten Verrucano der Glarnerdecke am Ausgange des Sernftales zusammenhängt, sondern die Fortsetzung des Mürtschendecken-Verrucanos von Siwelle-Schild, Stelli-Fronalpstock, Mürtschenalp, Bärenboden und Kühmettler darstellt.

Vorzügliche Anhaltspunkte für die Deckenunterscheidung liefert auch die Stufe des Rötidolomits. Aus manchen früheren Arbeiten über die Geologie der Glarneralpen möchte man schliessen, dass die Rauhwackefazies, die oft an die Stelle des kompakten Rötidolomits tritt, weder inbezug auf Schichthöhe noch auf regionale Verbreitung an ein Gesetz gebunden sei, und es ist auch schon die Meinung geäussert worden, dass ihr Auftreten von der Tektonik abhängig sei, indem sie besonders an Stellen intensiver Dislokationen den dichten Rötidolomit zu ersetzen pflege. Nach meinen Beobachtungen jedoch tritt die Rauhwacke im ganzen Gebiet der helvetischen Fazies — wenigstens östlich von der Reuss — in durchaus gesetzmässiger Weise, in bestimmter regionaler Verbreitung und unabhängig von tektonischen Störungen auf. Sie ist eine primäre Faziesabänderung des Rötidolomits. Im autochthonen Gebirge des Linth- und Taminagebietes, ebenso in der Glarnerdecke der Schildgruppe besteht die ganze Rötistufe aus dichten dolomitischen Kalkbänken. Im nördlichen Teil der Mürtschendecke, z. B. südlich von Quarten am Walensee, besonders schön auf Gäsialp östlich vom Alpfirzstock und am Stelli südöstlich vom Fronalpstock lässt sich das erste Auftreten der Rauhwackefazies beobachten. In der untern Hälfte der Rötibildung werden einzelne Bankgruppen durch Zellendolomit ersetzt. Die Rauhwackebildung greift dann südwärts rasch um sich; schon auf Bärenboden südlich vom Alpfirzstock und am Fähristock im Schildgebiet sind die untere Hälfte oder Dreiviertel der ganzen Stufe durch Rauhwacke ersetzt; in ihrem Dache aber bleibt eine 15—30 m mächtige Schichtgruppe als dichter Rötidolomit bestehen. In dieser Weise finden wir nun die Rötistufe nach Süden und Osten durch das ganze Gebiet der Mürtschendecke und auch in der Axendecke ausgebildet.

Für unsere Frage ist nun wichtig, dass der am Glärnischfuss zwischen Thon und Nidfurn aufgeschlossene Rötidolomit echter dichter

Dolomit ist, wie in der Glarnerdecke am Schild, dieselbe Schichtgruppe aber in der zweiten Decke des Glärnisch zwischen Stöckli und Guppenrunse aus 50—80 m Rauhwacke mit einem etwa 15 m mächtigen Abschluss von dichten Dolomitbänken besteht, genau wie in der Mürtschendecke der Schildgruppe, des Spitzmeilengebietes und der Grauen Hörner.

Am Glärnisch fehlen die Quartenschiefer in beiden Decken völlig, während sie in der Schildgruppe sowohl in der Glarnerdecke wie in der Mürtschendecke fast überall, oft in sehr mächtiger Entwicklung, vorhanden sind. Dieser Unterschied kann jedoch keine ernstlichen Zweifel an der Identität der Decken in den beiden Gebirgsgruppen begründen, da jene Lücke am Glärnisch eine Folge tektonischer Verquetschung, noch eher eine Wirkung der Denudation sein kann, die der Ablagerung des Jura im helvetischen Faziesgebiet voranging. Auch in der Schildgruppe beobachtet man oft auf kurzen Strecken als Folge jener Abtragung starke Schwankungen in der Mächtigkeit der Quartenschiefer.

Zu den Erscheinungen dieser Diskontinuität gehört es auch, dass in den beiden Decken sowohl am Glärnisch wie in der Schildgruppe der Lias fehlt, während er dann in der Axendecke in grosser Mächtigkeit einsetzt. Der Dogger ist in beiden Decken und in beiden Berggruppen in der durch geringe Mächtigkeit auffallenden Fazies ausgebildet, wie sie dem ursprünglich nördlichen Teil des helvetischen Faziesgebietes eigen ist. Die Echinodermenbreccie (Bajocien) ist in der zweiten Decke am Glärnisch nördlich von der Guppenrunse ähnlich wie im nördlichen Teil der Mürtschendecke in der Schildgruppe nicht 10 m mächtig, schwillt dann aber südwärts an den Abhängen unter Guppen und Oberblegi rasch auf zirka 30 m an und zugleich stellt sich, wie man schon auf Mittelguppen beobachten kann, unter dem sonst dunkelgrauen Gestein eine ausgesprochen rötliche, von Muscheltrümmern erfüllte Echinodermenbreccie ein, womit sich bereits die Annäherung an die Fazies der Axendecke ankündigt. In der Mürtschendecke der Schildgruppe lässt sich zwar diese Faziesänderung nicht im gleichen Masse beobachten, weil der Dogger nicht genügend weit nach Süden reicht; doch wird ihr Beginn durch dünne Lagen von roter, von massenhaften kleinen Müschelchen erfüllter Echinodermenbreccie angedeutet, die sich an der Siwelle und bei Robmen am Mürtschenstock im obersten Teil der Eisensandstein- und Schiefergruppe einstellen.

Dass die beiden Decken des Glärnisch identisch sind mit Glarner- und Mürtschendecke der Schildgruppe, beweisen auch die Faziesverhältnisse des obern Malm. Der hellgraue, massige Korallenkalk (Troskalk), der in beiden Decken den dunkelgrauen Quintnerkalk überlagert, ist in beiden Gebieten in der untern Decke etwas typischer und mächtiger ausgebildet als in der obern. Die darüber folgenden Zementsteinschichten bilden in der Glarnerdecke am Schild eine etwa 25 m mächtige sehr regelmässige Wechsellagerung von ziemlich dicken schwarzgrauen tonigen Kalkbänken vom Quintnerkalktypus mit dünnen dunkeln Mergellagen. Genau in derselben Fazies finden wir sie in der tiefern Decke am Vorderglärnisch bei Glarus, ebenso weiter im Süden über den Fruttbergen bei Linthtal, mit dem blossen Unterschiede, dass hier die Mächtigkeit, wohl infolge tektonischer Quetschung, auf etwa 5 m gesunken ist. In der zweiten Decke aber erscheinen sie am obern Rande der hohen Malmwand westlich von Mitlödi in einer Mächtigkeit von 85—100 m und gliedern sich in eine untere, aus groben schwarzen Mergelschiefern mit eingestreuten dünnen Kalkbänken bestehende Stufe und einen oberen, aus spätigen oder oolithischen Kalkbänken mit dunkeln Mergellagen bestehenden Teil. In überraschend ähnlicher Ausbildung erblicken wir die Schichtgruppe in der Mürtschendecke am Mürtschenstock, wo über der etwa 80 m mächtigen dunkeln Schiefermasse der „schwarzen Schnur“ ebenfalls eine ziemlich mächtige Reihe von Kalkbänken mit mergeligen Zwischenlagen folgt.

Von der Kreide ist in der oberen der beiden Decken am Glärnisch einzig noch der Öhrlikalk[1]) vorhanden als eine etwa 60 m mächtige Folge von oolithischen Kalkbänken, die zwischen der Hansliruns und dem Güntlenau im Klöntal die Zementsteinschichten überlagert. In derselben Ausbildung und ähnlicher Mächtigkeit finden wir den Öhrlikalk in der Mürtschendecke am Neuenkamm und Mürtschenstock. In der tieferen Decke dagegen ist er am Vorderglärnisch südlich vom Stöckli nur etwa 25 m mächtig, ziemlich genau wie in der Glarnerdecke am Schild oberhalb Ennetbühls.

Auch die übrigen Kreidestufen dieser Decke zeigen am Glärnisch durchaus die Fazies der Glarnerdecke des Schildgebietes, abgesehen davon, dass ihre Mächtigkeit infolge tektonischer Quetschung oft stark reduziert ist. Ich hebe bloss hervor, dass, wie man in der Hetschisrunse über Mitlödi und auf Leuggelenberg westlich von Thon beobachten kann, der obere Schrattenkalk noch fehlt und der Albien-Gault mit einer an Phosphoritknollen reichen Schicht direkt auf den Orbitolinaschichten ruht, genau wie in der Glarnerdecke am Schildabhang oberhalb Ennetbühls. Erst im südlichsten Teil der Decke, östlich von Fritternalp oberhalb der Klausenstrasse, schiebt sich zwischen Orbitolinaschichten und Gault eine 4—6 m mächtige Stufe oberen Schrattenkalks ein, womit die Annäherung gegen die Fazies der Mürtschendecke zum Ausdruck kommt.

---

[1]) Dieser Öhrlikalk ist in der geologischen Karte der Glarneralpen als „oberer Troskalk“ eingetragen.

Wie in der Glarnerdecke auf dem Nordwestabhang des Schild, so sind auch im Glärnischgebiet die auf dem Seewerkalk transgredierenden Nummulitenschichten zwischen dem Stöckli am Vorderglärnisch und der Fritternrunse über der Klausenstrasse als glaukonitreicher sandiger Kalk von 4—6 m Mächtigkeit mit lagenweise gehäuften Assilina exponens Sow. ausgebildet.

Bei dieser Vergleichung hat sich eine fast **vollständige Faziesübereinstimmung der beiden tieferen Decken der Glärnischgruppe mit Glarnerdecke und Mürtschendecke des Schildgebietes** herausstellt, so dass man mit Sicherheit die Decken des einen Gebietes als Fortsetzung der Decken des andern betrachten darf.

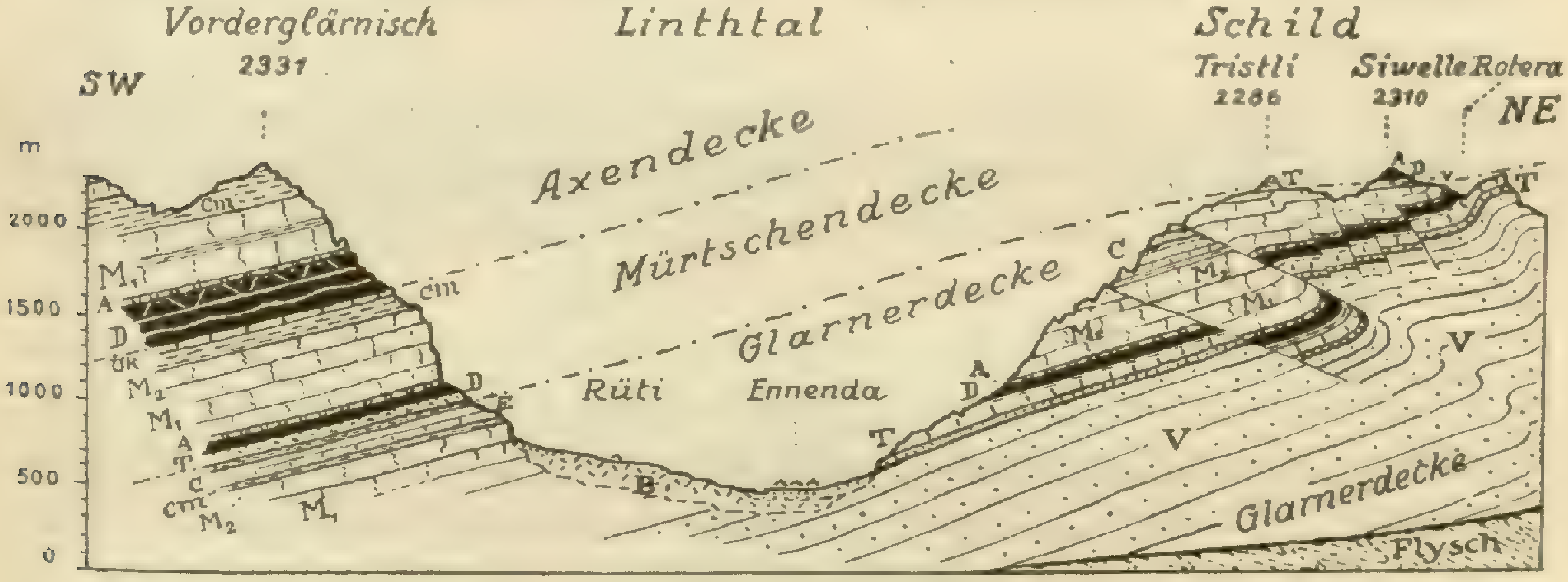

Vorderglärnisch
2331
Linthtal
Schild
Tristli
2286
Siwelle
Rotera
2310
SW
NE
m
2000
1500
1000
500
0
Axendecke
Mürtschendecke
Glarnerdecke
Glarnerdecke
Flysch
Rüti
Ennenda
cm
M₁
A
D
ÜK
M₂
M₁
A
T
C
cm
M₂
M₁
cm
D
B
T
A
D
M₂
M₁
M₂
C
A
D
T
V
V
T

Fig. 3. Längsprofil durch Vorderglärnisch u. Schild. 1 : 75 000.

B = Bergsturz. Erklärung der übrigen Monogramme bei Fig. 1 und 2.

Die **Axendecke**, die den ganzen mittleren und oberen Teil der Glärnischgruppe aufbaut, lag gewiss einst auch in der Schildgruppe über der Mürtschendecke, ist aber dort vollständig abgetragen worden. Es hängt dies mit dem Umstande zusammen, dass westlich von der Linie Murgtal-Widersteinerfurkel-Mühlebachtal die Decken und Faltenaxen nach Westen sinken. Dieses axiale Fallen wird gegen das Linthtal so stark, dass die Überschiebungsfläche zwischen Mürtschendecke und Glarnerdecke, die an den Schildgipfeln in etwa 2200 m Höhe liegt, auf der Stöckliterrasse am Vorderglärnisch auf 1000 m herabgestiegen ist (Fig. 3). Es ist namentlich auch schuld daran, dass Schild und Glärnisch auf den ersten Blick tektonisch so heterogen erscheinen, obschon die Decken des einen Berges sich in denjenigen des andern fortsetzen. Ein weiterer Grund für dieses verschiedenartige Aussehen liegt jedoch auch in der Verquetschung, welche die Glarnerdecke im Glärnisch gegen Westen erfährt. Sie hat nicht nur eine starke Reduktion der einzelnen Schichtgruppen, sondern auch eine rasche Umgestaltung und Auslöschung der am Schild vorhandenen tektonischen Formen bewirkt.

4. Der tektonische Zusammenhang von Glärnisch- und Wiggisgruppe.

Die tektonischen Beziehungen von Glärnisch- und Wiggisgruppe sind zuerst von den beiden Geologen, welche diese Gebirgsgruppen monographisch bearbeitet haben, Baltzer[1]) und Burckhardt[2]), etwas eingehender besprochen und durch Profile dargestellt worden. Auf dem Boden der älteren Anschauungen über die Tektonik der nördlichen Kalkalpen stehend, haben selbstverständlich beide versucht, den komplizierten Bau der beiden Gebirge und ihren Zusammenhang durch blosse lokale Faltung, ohne Zuhülfenahme regionaler Überschiebungen, zu erklären. Um Kreide und Eocän am Nordufer des Klöntalersees einerseits mit den gleichalterigen Schichten in der Gipfelregion von Deyenstock und Wiggis, andererseits mit der Kreide an den Glärnischgipfeln in Verbindung zu bringen, mussten höchst komplizierte Faltungen angenommen werden, von denen tatsächlich an den Bergwänden nichts zu sehen ist.

Burckhardt erkannte, dass die den Südrand der Wiggisgruppe bildende Deyenkette sich stratigraphisch und tektonisch eng an Glärnisch und Silbern anschliesst. Er betrachtete sie als ein schmal gedrücktes, nach Norden überliegendes, auf der Eocänzone Pragel-Näfels aufruhendes Kreidegewölbe, dessen normalliegender Südschenkel über das Klöntal hinweg in direktem Zusammenhang stehe mit dem von Baltzer und Alb. Heim dargestellten liegenden Faltensystem des Glärnisch, während sein überkippter Nordschenkel am untern Rande von Blanken um eine knieförmige Biegung jener Eocän-Synklinale herum unmittelbar in die nordwärts fallende normale Kreideserie übergehe, die den Sockel des Wiggis bildet und von uns als Mürtschendecke aufgefasst wird. Aus seinen Profilzeichnungen muss man schliessen, er nehme an, diese tiefere Kreideserie hange im Innern des Wiggis um jene Eocänsynklinale herum mit der Kreide in der Gipfelregion des Wiggis (Säntisdecke nach neuer Auffassung) zusammen, obschon er mit Nachdruck die grossen Faziesunterschiede zwischen den beiden Kreideserien hervorhebt. Immerhin bewog ihn die Erkenntnis, dass die Eocänzone Pragel-Näfels zwei stark verschiedene Faziesgebiete trennt, die Frage ernstlich zu erwägen, ob nicht im Sinne der Bertrandschen Überschiebungstheorie jene Eocänzone mit dem Eocän am Ostfusse des Glärnisch und demjenigen der südlichen Glarner Alpen zusammenhange, Glärnisch und Deyenkette also einer grossen von Süden her über dieses Eocän hinübergeschobenen Falte angehören.

---

[1]) A. Baltzer, Der Glärnisch, ein Problem alpinen Gebirgsbaues. Zürich 1873, p. 54 und Profil I—III.

[2]) C. Burckhardt, Monographie der Kreideketten zwischen Klöntal, Sihl und Linth. Beiträge z. geol. Karte der Schweiz. Liefg. 35, 1896, p. 173—186, Tafel IV, Profil 10—17.

Eine wesentlich neue, den modernen Anschauungen sich nähernde Darstellung der Tektonik der Wiggisgruppe gab Rothpletz 1898 in seinem „Geotektonischen Problem der Glarneralpen". Nachdem er festgestellt hatte, dass das hellgraue Kalkband an der Basis der obern Kreideserie der Wiggiskette nicht, wie Burckhardt angenommen hatte, Schrattenkalk, sondern Valangienkalk ist, und daher nicht als gequetschter Mittelschenkel zwischen dieser Kreideserie und derjenigen im Sockel des Wiggis betrachtet werden kann, kam er zu der Annahme, dass die Kreidemasse der Deyenkette und der Gipfelregion der Wiggiskette von der Jura-Kreide-Eocänserie im untern Teil des Gebirges durch eine Überschiebungsfläche getrennt werde. Als Ursache des anormalen Kontaktes des Eocäns von Deyenalp mit dem überkippten Valangien der Wiggissynklinale nahm er lediglich eine Verwerfungspalte an; er fasste somit Deyenkette und Wiggisgipfelregion zu einer tektonischen Einheit zusammen und stellte sie als nördliche Fortsetzung der Überschiebungsmasse des Glärnisch dar, die wir jetzt als Axendecke bezeichnen.

Lugeon[1]) erkannte im Gegensatz zu Rothpletz die grosse Bedeutung des Eocänbandes Pragel-Näfels für die Regionaltektonik der Glarneralpen. Er erblickte darin die Grenze zweier grossen Überschiebungsmassen, der „nappe supérieure de Glaris", die sich wieder in drei Teildecken (nappe de Wiggis, nappe de Räderten und nappe de Fluhberg) gliedert, und der „nappe inférieure de Glaris", welche die tektonischen Einheiten umfasst, die wir jetzt als Glarnerdecke, Mürtschendecke und Axendecke unterscheiden. Abweichend von Rothpletz lässt er, gestützt auf die Darstellung Burckhardts, das Gewölbe der Deyenkette um eine synklinale Biegung herum unmittelbar in die Kreideserie im Sockel des Wiggis übergehen und dachte sich ersteres als ein Glied im Faltensystem des Glärnisch.

---

[1]) M. Lugeon, Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. Bulletin Soc. géol. France. 1901, p. 776—796 und Fig. 9 u. 10.

Bei meinen Versuchen, die in den Glarneralpen erkannten Deckenelemente zu einem System zusammenzustellen, stiess ich im Gebiet des Klöntals stets auf Widersprüche, solange ich in Anlehnung an Burckhardt und Lugeon Deyenkette und Wiggissockel als Bestandteile einer und derselben Decke, der Mürtschendecke, auffasste. Die Rätsel lösten sich aufs beste, als ich 1905 mich endlich entschloss, auch die Wiggisgruppe und namentlich den Deyenstock im Terrain selbst zu studieren. Die Hauptergebnisse der Untersuchung waren:

1. Der Deyenstock stellt nicht ein kleines vollständiges Gewölbe mit normalem und verkehrtem Schenkel dar, sondern eine einfache, von den Zementsteinschichten (Portlandien) bis zu den eocänen Globigerinenmergeln reichende, nach Norden überliegende Schichtreihe, also, wie schon Rothpletz angab, den nach N überkippten Schenkel eines grossen Gewölbes.

2. Die zur Mürtschendecke gehörenden Kreideschichten der Büttenenwand setzen sich, wenigstens in ihren untern Stufen bis und mit dem Schrattenkalk, unter dem untern Rande von Blanken und im Südfusse des Deyenstocks kontinuierlich und stets bergeinwärts fallend bis zum Schuttkegel von Herberig fort. Es können also nicht, wie die Profile Burckhardts dies erfordern würden, die Kreideschichten unter Blanken zum nördlichen und diejenigen über dem Klöntalersee zum südlichen normalen Schenkel der Deyenfalte gehören.

3. Die Schichten des Deyenstockgipfels hangen überhaupt nicht mit der Kreideserie an seinem Südfusse und unter Blanken zusammen, sondern sind durch eine Überschiebungsfläche von ihnen getrennt. Im Westen, bei Herberig und Rinderband, stossen die steil südfallenden Zementsteinschichten, zwischen Rinderband und Blanken ebenso die Öhrlikalkschichten des Deyenstockgipfels, diskordant auf die flach bergeinwärts und gegen Westen fallenden Seewerschichten des Deyenstockfusses. Am untern Rande von Blanken findet man noch Zementsteinschichten nahe über diesem Seewerkalk. Stellenweise, z. B. oberhalb Herberig, liegen unter den schief abgeschnittenen Schichtköpfen der südfallenden Zementschichten stark gequetschte Lagen von Seewerkalk, Nummulitenkalk und Flyschschiefern als Reste des verkehrten Mittelschenkels des Deyengewölbes.

4. Die selbst noch am untern Rande von Blanken über dem Seewerkalk der tieferen Kreideserie auftretenden Valangienmergel

und Valangienkalke und die Aufschlüsse an der Büttenenwand beweisen, dass die Säntisdecke in Form eines tief nach Süden vorragenden Keiles zwischen das Deyengewölbe und die Mürtschendecke eingewickelt ist.

Nach diesen Feststellungen konnte als sichere Tatsache angenommen werden, dass das Kreidegewölbe der Deyenkette nicht mit der Mürtschendecke im Sockel der Wiggisgruppe zusammenhängt, sondern das Stirngewölbe einer höheren Decke darstellt. Die Hauptmasse dieser Decke war weiter im Süden, also offenbar in der Axendecke des Glärnisch zu suchen. Bei der Konstruktion der geologischen Profile durch Glärnisch und Wiggisgruppe lässt sich denn auch in der Tat das Deyengewölbe zwanglos mit der Axendecke des Glärnisch verbinden (vgl. Fig. 2, ferner Eclogae geol. helvet. Vol. X, Tafel 12 u. 13). Derselbe Zusammenhang ergibt sich, wenn man das Deyengewölbe nach Westen in den Hintergrund des Klöntales verfolgt. Bei der Betrachtung der geologischen Karte wird man nicht zweifeln, dass die Kreide des Silberngebietes, die bei Richisau unter die Säntis-Drusbergdecke taucht, die unmittelbare Fortsetzung des westlich von Vorauen für eine kurze Strecke unter Schuttbildungen verschwindenden Deyengewölbes ist. Bei Klönstalden aber sieht man die untere Kreide und die Zementsteinschichten dieser Schichtreihe vom Silberngebiet her durch den Boden des Rossmattertales hindurch in die Axendecke des Glärnisch übergehen.

Mit der Auffassung der Deyenkette als Nordstirn der Axendecke stehen auch die Faziesverhältnisse im Einklang. Die Kreide der Deyenkette weicht zwar nicht auffallend von derjenigen der Mürtschendecke im Sockel des Wiggis ab, zeigt aber auch keine Merkmale, die einer Verbindung mit der Axendecke widersprechen, abgesehen davon, dass die Valangienmergel in der Deyenkette noch fehlen, dagegen am Glärnisch bereits ziemlich kräftig ausgebildet sind. Im ganzen nimmt aber doch die Kreidefazies der Deyenkette eine vermittelnde Stellung zwischen Mürtschendecke und Axendecke ein. Die untere und mittlere Kreide sind durchschnittlich etwas mächtiger entwickelt als in der Mürtschendecke. Im westlichen Teil der Deyenkette erscheint im Dache der Orbitolinaschichten eine 5 bis 7 m mächtige Serie von kieseligen Kalkbänken, die den tieferen Decken fehlt, dagegen auch in der Axendecke auf der Westseite des Rossmattertales auftritt und dann besonders in den Silberndecken typisch entwickelt ist. Den Zusammenhang der Deyenkette mit der Axendecke des Glärnisch beweisen aber namentlich die Zementsteinschichten. Sie besitzen am Südabhang von Mättlistock und Twirren schon fast die grosse Mächtigkeit, durch welche sie sich an den Nordwänden des Glärnisch auszeichnen und bestehen hier wie dort aus groben, schwarzgrauen Mergelschiefern mit grau anwitternden, fast dichten, dunkelgrauen, mergeligen Kalkbänken, während die der Mürtschendecke eigentümlichen, heller anwitternden, spätigen oder oolithischen Kalkbänke fehlen.

Die tiefste unter den oberen Zweigdecken der Axendecke, die Bächistockdecke, der die höchsten Gipfel des Glärnisch angehören, hat sich einst gewiss auch nordwärts über das Klöntal hinüber erstreckt und wahrscheinlich auch noch das Deyengewölbe überdeckt. Ich habe früher schon (Eclogae geolog. Helvet. Vol. X, Tafel 13) angedeutet, dass die auf Deyenalp in den Flyschmergeln steckende, aus Seewerkalk und Nummulitenkalk bestehende kleine Linse wahrscheinlich das steil herabgebogene Nordende der Bächistockdecke darstellt. Vielleicht darf man dazu auch die ausgedehnten Kreidemassen rechnen, die östlich davon im oberen und mittleren Teile von Blanken mit steilem Südfallen im Flysch stecken und im Osten mit dem oberen der beiden auffälligen am Rande der Blankennische stehenden Felstürme endigen.

Dass die unter Säntisdecke und Axendecke liegende Mürtschendecke der Wiggisgruppe und die in Abschnitt III ebenfalls als Mürtschendecke nachgewiesene Unterlage der Axendecke in der Glärnischgruppe durch das Klöntal hindurch zusammenhangen, ist auf den ersten Blick nicht sehr einleuchtend, da die Decke am Glärnisch mit mächtigem Verrucano beginnt und im Norden schon mit Öhrlikalk abschliesst, im Wiggis aber mit Dogger, am Südfuss des Deyenstock sogar erst mit Öhrlikalk anfängt und bis ins Eocän hinaufreicht. Dieser heterogene Aufbau kann uns aber in unserer Auffassung nicht irre machen, entspricht er doch dem für alle helvetischen Decken der östlichen Schweizeralpen gültigen Gesetz, dass gegen die Stirnregion hin an der Basis der Decke die ältern Schichten allmählich auskeilen, gleichzeitig aber in ihrem Dache immer jüngere Schichten sich einstellen.

Am Nordostufer des Klöntalersees tauchen unter dem Öhrlikalk der Mürtschendecke, der unten durch eine prachtvolle, durch den Neubau der Klöntalstrasse aufgeschlossene Rutschfläche begrenzt ist, glaukonitreicher Nummulitenkalk und etwas Globigerinenmergel als oberste Glieder einer tieferen Decke fensterartig auf. Da die Schichtenfolge normal ist, kann es sich kaum um die am Westfuss des Frônalpstock und am Grundkopf bei Riedern konstatierte verkehrte Scholle zwischen Glarner- und Mürtschendecke handeln. Am ehesten darf man darin die nördliche Fortsetzung der Glarnerdecke erblicken, die an der Nordecke des Vorderglärnisch unter die Bergsturzmassen des Klöntals untertaucht.

Das bereits für Schild und Glärnisch hervorgehobene Einsinken der Decken gegen Westen hält auch durch den ganzen Glärnisch und durch die Wiggisgruppe hindurch an. Es steigert sich in beiden Gebirgen gegen den westlichen Teil des Klöntals und bedingt eine Reihe orographischer und geologischer Erscheinungen. Es erklärt sich daraus die Abtragung der obersten Zweigdecken der Axendecke über dem Glärnisch, das Nebeneinanderliegen von Säntis-, Räderten- und Drusbergdecke in Form von drei Nord-Süd verlaufenden Ketten, das Fehlen der Axendecke und die geringe Ausdehnung der Säntisdecke in der Schildgruppe. So trägt dieses westliche Einsinken der tektonischen Einheiten nicht wenig dazu bei, dass die heute noch erhaltenen Teile unserer drei Berggruppen einen recht verschiedenartigen geologischen Aufbau zeigen, obschon sie aus denselben Decken modelliert worden sind.

Über ein neues Rhätvorkommen im Keuper des Donau-Rheinzuges.

Von

† F. SCHALCH, mit Beiträgen von B. PEYER. (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen Ende Juni 1918.)

Durch eine Anzahl in letzter Zeit veröffentlichter Arbeiten über Rhätvorkommen und die Stratigraphie des oberen Keupers erschien dieser Gegenstand zu einem endgültigen Abschluss gelangt zu sein, soweit es sich einerseits um den schweizerischen Jura und den südlichen Schwarzwald, anderseits um das württembergische Keupergebiet handelt.

Es galt bisher als feststehende Tatsache, dass die Ablagerungen des Rhät die Linie Adelhausen-Hägendorf bei Solothurn nach Osten nicht überschreiten, während man anderseits die ersten Andeutungen ihres Wiederauftretens erst aus der Gegend von Täbingen und Balingen kannte.

In dem ganzen Zwischengebiet war Rhät bisher nirgends nachgewiesen und schien hier überall, wo es hätte erwartet werden können, zu fehlen.

Diese Annahme seines Nichtvorhandenseins erschien um so berechtigter, als sie sich speziell auf eine Anzahl von die Grenzschichten zwischen Keuper und Lias umfassenden Profilen stützte, welche teils schon früher bekannt waren, teils gelegentlich der Kartierung der in Betracht kommenden Blätter[1]) der geologischen Spezialkarte von Baden neu aufgefunden und genauer untersucht wurden.

Es handelte sich in der Hauptsache um folgende Punkte und an denselben beobachtete Erscheinungen:

1. Ein i. J. 1873 in der Nähe von Unterhallau erschlossenes Profil am sog. „Neuen Weg“ (vergl. Karte Fig. 1), durch welches sich die unmittelbare Überlagerung des roten, zu oberst graugrün und gelb gefärbten Zanclodonmergels durch eine dunkelgraue Kalkbank mit dem

---

[1]) Donaueschingen, Geisingen, Bonndorf, Blumberg, Stühlingen, Wiechs-Schaffhausen und Griessen.

Fossilinhalt der Psilonotenschichten auf das bestimmteste nachweisen liess.[1])

2. Beim Bau der strategischen Bahn Weizen-Immendingen[2]) entstandene Aufschlüsse in den Keuper-Lias-Grenzschichten, vor allem denjenigen im Tunnel am Achdorfer Weg, durch welchen ein kontinuierliches Profil durch sämtliche Schichten vom Gipskeuper bis an die obere Grenze der Posidonienschiefer gewonnen wurde.

„Zwischen Schilfsandstein und Stubensandstein herrschten bunte, vorwiegend rote Mergel, die sich auch im Hangenden des Stubensandsteins in ähnlicher Weise wiederholten und ohne irgend welches heterogene Zwischenmittel direkt von den Gesteinen des untersten Lias überlagert wurden."

An einen durch gestörte Lagerungsverhältnisse verursachten abnormen Verband von Keuper und Lias war bei der sonst vollkommen regelmässigen Schichtenfolge nicht zu denken.

Ganz entsprechend wiederholten sich die Verhältnisse an der von der Bahnlinie überfahrenen Keuper-Liasgrenze in dem Einschnitt am „Bohl" südlich vom Fützener Bahnhof.

Sie finden sich loc. cit. näher erörtert.

Von einem abweichend erscheinenden Zwischenmittel zwischen buntem Keupermergel (Zanclodonmergel) von gewöhnlicher Beschaffenheit und unterstem Lias war auch hier nichts zu bemerken.

3. Einen bei den Grabarbeiten für die Wasserversorgung entstandenen Aufschluss im Dorf Beggingen,[3]) in welchem über den obersten, schmutzig blaugrauen und grünlichgrauen Keuper-(Zanclodon-)mergeln, von einer, ihrem vertikalen Betrag nach kaum in Betracht kommenden Unterbrechung abgesehen, sofort die typischen Gesteine des untersten Lias einsetzten. „Die bemerkenswerte Tatsache, dass nach den Aufschlüssen bei Pfohren und Fützen die rhätischen Schichten des oberen Keupers in der Wutach- und Randengegend, wie auch noch im oberen Donautal vollständig fehlen, würde sich, dem Gesagten zufolge, auch für Beggingen von neuem bestätigen, da kaum anzunehmen ist, dass dieser sonst überall durch besondere Gesteinsbeschaffenheit und Fossilführung sich auszeichnende Grenzhorizont gerade nur infolge der minimalen Unterbrechung des Profils nicht wahrgenommen werden konnte. Es ist vielmehr sicherlich das Gegenteil der Fall."

---

[1]) F. Schalch, Beiträge zur Kenntnis der Trias am südöstlichen Schwarzwald. Inaug.-Diss. Schaffhausen 1873, S. 95.

[2]) Die geologischen Verhältnisse der Bahnstrecke Weizen-Immendingen. Mitteil. der Grossh. Bad. Geol. Landesanstalt. II. Bd., S. 146—150.

[3]) F. Sch., Mitteil. der Grossh. Bad. Geol. Landesanstalt. III. Bd. S. 255—258.

4. Eine im Herbst 1899 speziell zur Klärung der Grenzverhältnisse zwischen Keuper und Lias vorgenommene Ausschachtung im Dorf Ewattingen, über welche Bd. IV, S. 51—60 der Mitteil. der Grossh. Bad. Geol. Landesanstalt ausführlich berichtet wurde.

5. Zwei ebendaselbst Bd. V, S. 140—142 zur Sprache gebrachte Profile vom Südwesthang des Buchberges bei Fützen und von einer zeitweise betriebenen Grube neben Sig. 757,6, an der Strasse Hausen vor Wald-Döggingen.

Da wie dort folgte über den graulichvioletten, zu oberst gelb oder schmutzig-graugelb gefärbten Zanclodonmergeln, von diesen nur durch ein ganz schwaches Schiefertonzwischenmittel mit liasischen Fossilien getrennt, sofort die typische Psilonotenbank.

6. Das schon von Vogelgesang[1]) besprochene Profil der gelegentlich des Bahnbaus Singen-Offenburg angelegten Materialgrube bei Pfohren, das, während Jahrzehnten dem Verfall preisgegeben, anlässlich der Kartierung von Blatt Geisingen von neuem offengelegt wurde und zu den in den Erläuterungen zu diesem Blatt S. 17—21 enthaltenen Ausführungen Anlass gab.

7. Aufschlüsse, welche i. J. 1911 gelegentlich der Anlage der Wasserversorgung für die Gemeinde Hausen vor Wald in der Nähe von Döggingen, Blatt Bonndorf, auf Gewann „Baierloh" hergestellt worden waren.

Sie förderten folgende, die Keuper-Lias-Grenzregion umfassenden Schichten zutage:

m	Arietenkalk
1,00	Dunkle, tonige Mergelschiefer
0,30	Eisenoolithische Angulatusbank
3,80	Dunkle Mergelschiefer (Schwaichel) mit reichlicher Führung sehr feiner weisser Glimmerschüppchen; vereinzelte Fischschuppen (Leptolepis)
0,25	Psilonotenbank. Fossilreiche, kristallinisch-dicht erscheinende Kalkbank, hart, rauchgrau, reichlich Trochiten und Echinidenstacheln führend, auf der angewitterten Bruchfläche als Crinoidenbreccie erscheinend, ohne Glaukonit. Pyrit recht spärlich und in ganz feiner Verteilung beigemengt.
3,30—4,0	Stark zersetzter und in Folge davon hell ockergelb gefärbter Keupermergel, durchflochten von einem dichten Netz von Kalkspatäderchen oder durch eine Menge feiner Sprünge zerklüftet,

---

[1]) Jahrb. f. Mineral. und Geolog. 1868, S. 321—325 und Geologische Beschreibung der Umgebungen von Triberg und Donaueschingen. Beitr. z. Statistik d. inner. Verwalt. v. Baden. 30. Heft, Karlsruhe 1872, S. 97 und 98.

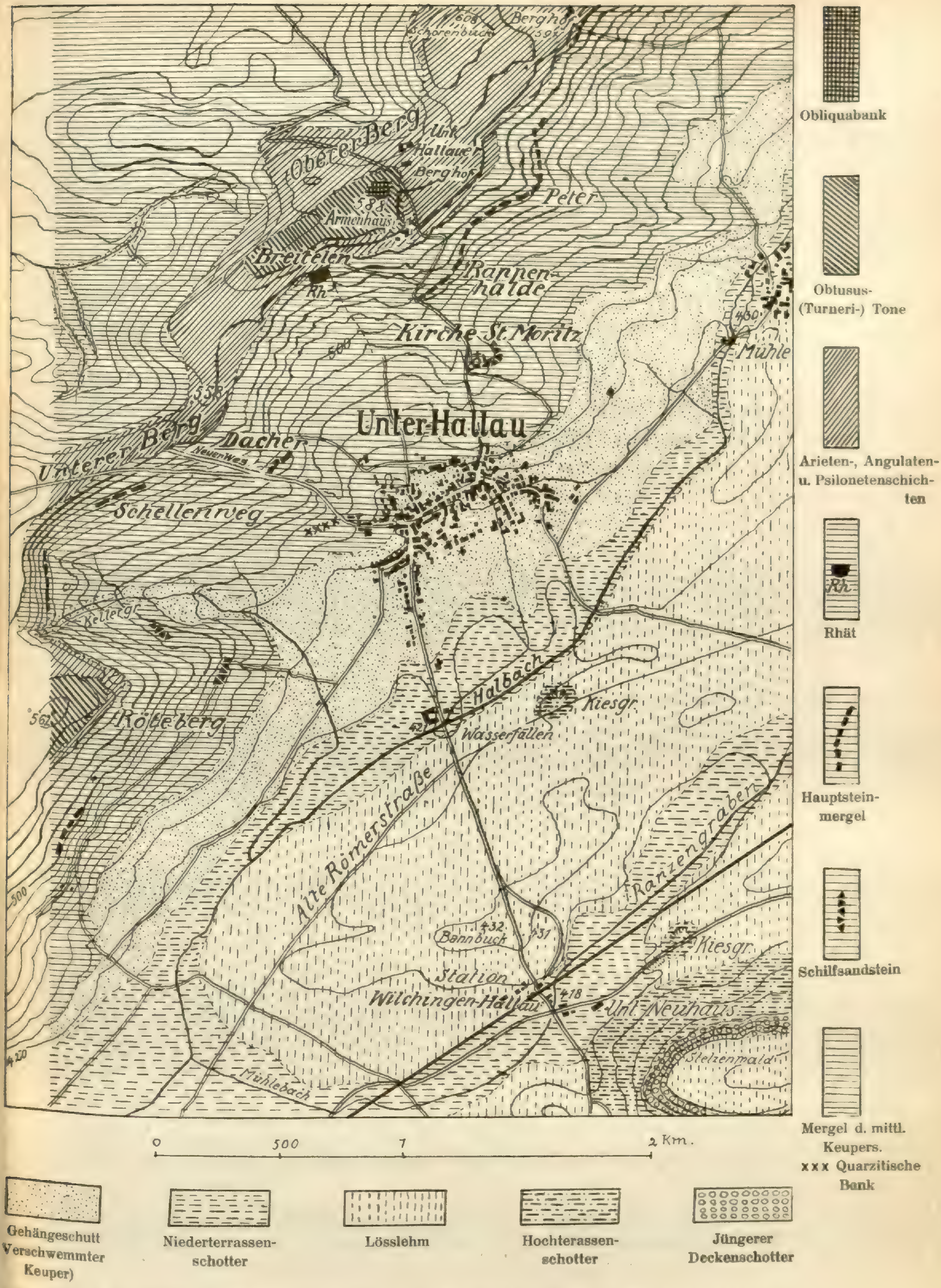

608
Schorenbuck
Berghof
597
Oberer Berg
Unt. Hallauer Berghof
588
Armenhaus
Peter
Breitelen
Rh
Rappenhalde
Kirche St. Moritz
500
558
Unter-Hallau
Mühle
460
Unterer Berg
Dacher
Neuen Weg
Schellenweg
xxx
Kellergr.
561
Röteberg
Halbach
Kiesgr.
Wasserfällen
Alte Römerstraße
Ranzengraben
500
432
Bannbuck
431
Kiesgr.
Station Wilchingen-Hallau
418
Unt. Neuhaus
Stelzenwald
420
Mühlebach
0
500
1
2 Km.
Obliquabank
Obtusus-(Turneri-) Tone
Arieten-, Angulaten- u. Psilonetenschichten
Rh
Rhät
Hauptsteinmergel
Schilfsandstein
Mergel d. mittl. Keupers.
xxx Quarzitische Bank
Gehängeschutt (Verschwemmter Keuper)
Niederterrassenschotter
Lösslehm
Hochterassenschotter
Jüngerer Deckenschotter

Fig. 1. Geologische Kartenskizze der Umgebung von Unterhallau nach den für die Schweiz. Geol. Kommission geführten Aufnahmen von F. Schalch. Masstab 1 : 25000.

welche von dünnen, manganoxydischen Anflügen überzogen sind. Neben der intensiv gelb gefärbten Abänderung erscheinen solche von hell weissgrauer bis gelblichweisser Farbe und kleinbröckliger Beschaffenheit.

1,50 Gleichmässig rot gefärbter Zanclodonmergel.

Die Verhältnisse zeigen keinerlei Abweichungen, dem unter 5. erwähnten, ca. 3 km ostnordöstlich entfernten Aufschluss bei Hausen vor Wald gegenüber, sie ergaben aber eine wesentliche Vervollständigung der Schichtenfolge für den unteren Lias.

8. Die nochmalige Vornahme einer Ausschachtung im Dorf Ewattingen, veranlasst durch die im Herbst 1913 von der Deutschen geologischen Gesellschaft ausgeführte Exkursion an die Wutach.

Sie bestätigte vollständig die früheren Ergebnisse.

Nach diesen bisher zu Gebote stehenden, im Vorhergehenden kurz rekapitulierten Erfahrungen konnte es als feststehende Tatsache gelten, dass im ganzen Donau-Rheinzug das Keupergebirge nach oben mit den Zanclodonmergeln abschliesst und diese letzteren mit Ausfall des Rhät überall direkt von den untersten Schichten des Lias überlagert werden.

Mit dieser Annahme stand einzig und allein nicht im Einklang eine Notiz von Prof. Merklein[1]), dass früher einmal das Keuperbonebed bei Neuanlage einer Strasse unterhalb des Armenhauses von Unterhallau gefunden worden sei und zwar durch den als Pfarrer zu Salmansweiler in Württemberg verstorbenen Herrn Heusler, früher Reallehrer in Neunkirch. „Es ist aber längst wieder bedeckt“. Da aus letzterem Grunde die Bestätigung eines solchen Vorkommens an Ort und Stelle nicht mehr möglich war, erschien es um so angezeigter, die S. 100 sub 1. erwähnte Grabung an einem nur ca. 1 km vom Armenhaus entfernten Punkt, welcher für baldige Erreichung eines entscheidenden Resultates günstige Bedingungen bot, vornehmen zu lassen.

Sie führte, wie oben bemerkt, zu negativem Ergebnis.

Wäre nach der Merkleinschen Aussage der betreffende Fund nicht ausdrücklich unterhalb des Armenhauses gemacht worden, so hätte man an eine allfällige Verwechslung mit dem Bonebed der

---

[1]) Merklein, Beitrag zur Kenntnis der Erdoberfläche um Schaffhausen. Beilage zum Gymnasialprogramm des Schaffhauser Gymnasiums. Schaffhausen 1869, S. 88.

Lettenkohle am jenseitigen (westlichen) Abhang des Berges denken können.

Am südöstlichen Berghang tritt unterhalb des Armenhauses aber nur noch mittlerer Keuper und kein älteres Gebirge mehr zutage; es konnte also tatsächlich nur das eigentliche Keuperbonebed gemeint sein (vgl. die Karte Fig. 1).

Eine Aufklärung dieser Unstimmigkeit wurde erst in letzter Zeit durch Ausführung einer neuen Grabung ermöglicht.

Schon zur Zeit der Kartierung von Blatt Stühlingen existierte etwas südwestlich des genannten Armenhauses, auf Gewann „Breitelen“, (Fig. 1) an der Böschung eines Feldweges, ein ziemlich guter Aufschluss in den unteren Schichten des Lias von den Obtusustonen abwärts bis ca. 2 m ins Liegende der Angulatusbank, der jedoch eine weitere Fortsetzung bis zum Beginn des Keupers vermissen liess. Eine 1915 vorgenommene Verbreiterung desselben Weges gab zu einer neuen sauberen Abgrabung der ca. 7 m hohen Böschung Anlass, durch welche die genannten liasischen Schichten in ausgezeichneter Weise frisch offengelegt wurden.

Es war damit eine ungewöhnlich günstige Gelegenheit geboten, durch Abteufen eines voraussichtlich nur wenige Meter tiefen Schachtes von der Unterkante der Böschung aus auch die noch nicht aufgeschlossenen untersten Schichten des Lias und ihren Anschluss an den Keuper sichtbar zu machen und die hier obwaltenden Verhältnisse in exakter Weise festzustellen.

Die Grabarbeiten liessen sich innerhalb weniger Tage bewerkstelligen und führten zu dem nach den bisherigen Erfahrungen immerhin recht unerwarteten Ergebnis, dass für die betreffende Lokalität das Vorhandensein einer dem Rhät beizuzählenden Bildung zwischen den Zanclodonmergeln und dem untersten Lias nicht mehr zu bezweifeln sei.

Wir geben zunächst das Profil des ganzen Aufschlusses, wie es an Ort und Stelle aufgenommen wurde und von anderer Seite[1]) wiederholt Bestätigung fand; es stellte sich in der Hauptsache folgendermassen dar:

	m	
n	2,00 + ?	Obtusustone, zu unterst erfüllt von fein zerriebenen Schalensplittern
m	2,50	Arietenkalk
l	0,23	Angulatusbank

---

[1]) Den Herren Prof. Dr. Deecke, Heim und Schardt.

	m	
k	5,35	Schwaichel mit unregelmässig eingeschalteten, sich rasch wieder verlierenden wulstigen Kalksandsteinplättchen
i	0,20	Obere Psilonotenbank
h	0,70	Schwarze, geradschiefrige, posidonienschieferähnliche Mergelschiefer
g	0,14—0,16	Untere Psilonotenbank
f	0,04—0,05	Schwarze rauhe Mergel, reichlich Liasfossilien führend
e	1,00	Lockeres Mergelbonebed mit denselben Fossilien wie *d*
d	0,25	Kompakte Zanclodonmergelbreccie mit Bonebed
c	0,80	Zanclodonmergel wie *a*
b	0,20	Lage von chaillesförmigen Steinmergelknollen
a	2,00 + ?	Gewöhnlicher, grün- und rotscheckiger Zanclodonmergel.

1. Die Zanclodonmergel.

Das zu unterst erreichte, noch bis zu 3 m Tiefe durchsunkene Gebirge *a* bis *c* erwies sich als ein durchaus typischer Zanclodonmergel, teils lichtgrünlichgrau, teils rötlichviolett, die Farben verwaschen in einander übergehend, schon mit kalter Salzsäure stark brausend, ausser einzelnen kleinen Gagatkohlenstückchen und einem wenige Zentimeter langen schwarzen Knochenfragment vollständig fossilfrei.

b Besonders hervorgehoben wurde eine in der Oberregion der Zanclodonmergel eingeschaltete Lage von chaillesförmigen, harten, dolomitischen Steinmergelknollen, welche ganz in derselben Ausbildung bereits aus dem Profil der Pfohrener Materialgrube bekannt waren und von Strübin[1]) auch bei Niederschöntal in nahezu dem gleichen Niveau notiert werden. Von äusserlich unregelmässig knolliger Gestalt, zumeist faust- bis kopfgross, selten bis über 25 cm Durchmesser erreichend, erscheinen sie im Innern vorwiegend kristallinisch-dicht, teils hellgrau bis ganz licht-violettrötlich, teils intensiver violett gefärbt, die verschiedenfarbigen Partien in der Regel sich scharf gegen einander absetzend, mit ab und zu eingesprengten feinen Eisenkiespünktchen, die sich in der Regel mit einem rötlichen eisenoxydischen Zersetzungshof umgeben zeigen.

Makroskopisch, wie in den Schliffen war nichts Organisches in ihnen zu entdecken (Fig. 2).

Neben den kompakten Knollen finden sich andere mit grösseren und kleineren kalzitischen Drusen im Innern, deren Wandungen teilweise mit dünnen weissen Barytüberzügen überkrustet erscheinen, genau in derselben Weise, wie es für das entsprechende Vorkommen in der Pfohrener Materialgrube angeführt wurde[1]).

---

[1]) Verhandl. der Naturf. Ges. in Basel, Bd. XIII, S. 586—602 und Eclogae geologicae Helvetiae, Vol. VII, 1901, S. 119—123.

Von derartigen Drusen strahlen nach den verschiedensten Richtungen adrige Apophysen aus, welche, von feinkörnigem Kalzit erfüllt, sich nach unregelmässiger Verästelung vor Erreichung der Knollenoberfläche wieder auskeilen.

Durch ihre dunkle, an Anthrakonit erinnernde Farbe heben sie sich von dem durchsetzten hell weissgrauen Gesteinsgrund scharf ab.

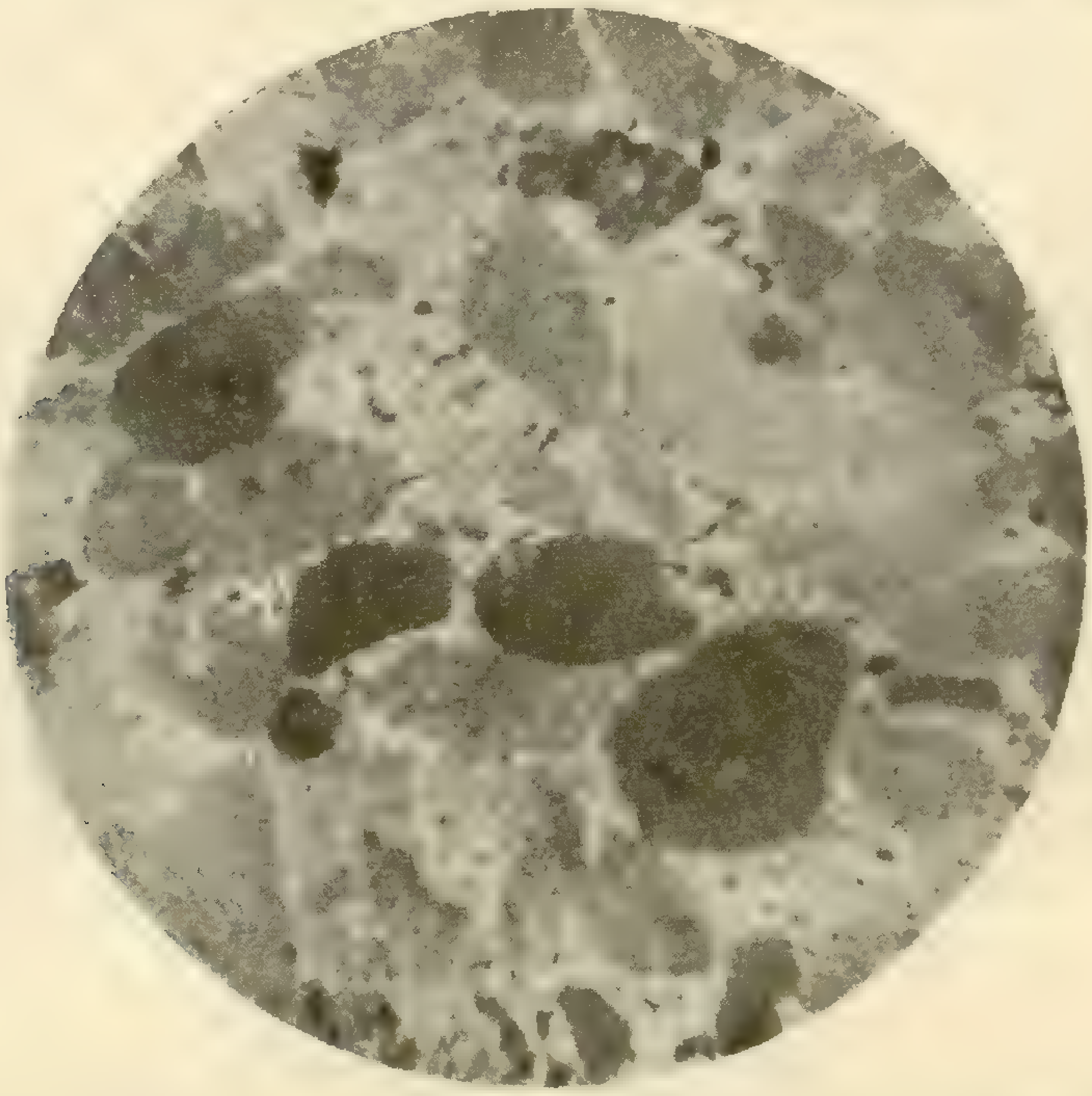


Fig. 2.

Ein anderer, ungewöhnliche Grösse erreichender Knollen liess im Innern eine der Oberfläche konform verlaufende, 5—6 cm breite Zone mit an Septarienrisse erinnernden, drusigen, ganz von wasserhellen Kalzitkristallen überkrusteten Hohlräumen erkennen.

Die Oberfläche der Knollen erscheint gewöhnlich unregelmässighöckerig, bezw. mit verschieden gestalteten Erhöhungen und Vertiefungen versehen.

2. Das Rhät.

Als wichtigstes Glied der ganzen Schichtenreihe erwies sich das mit *d* und *e* bezeichnete, die Zanclodonmergel vom untersten Lias trennende Zwischenmittel, das oberste Schlussglied des Keupers, derjenige Teil des Profils, den wir aus sogleich näher anzugebenden Gründen als den Vertreter des Rhät anzusehen haben.

---

[1]) Erläuterungen zu Blatt Geisingen, S. 18.

Es wurden von demselben zwei differente Partien unterschieden, die, in der Hauptsache mit einander übereinstimmend, eigentlich nur durch das bei *d* ziemlich kompakte, bei *e* vorwiegend lockere Gefüge von einander abweichen.

Im einen wie im andern Fall handelt es sich um ein sehr auffälliges, vollkommen sandfreies Gebilde von durchaus mergeliger Beschaffenheit, also einer Ausbildung, wie man sie sonst für das Rhät in keiner Weise erwarten sollte.

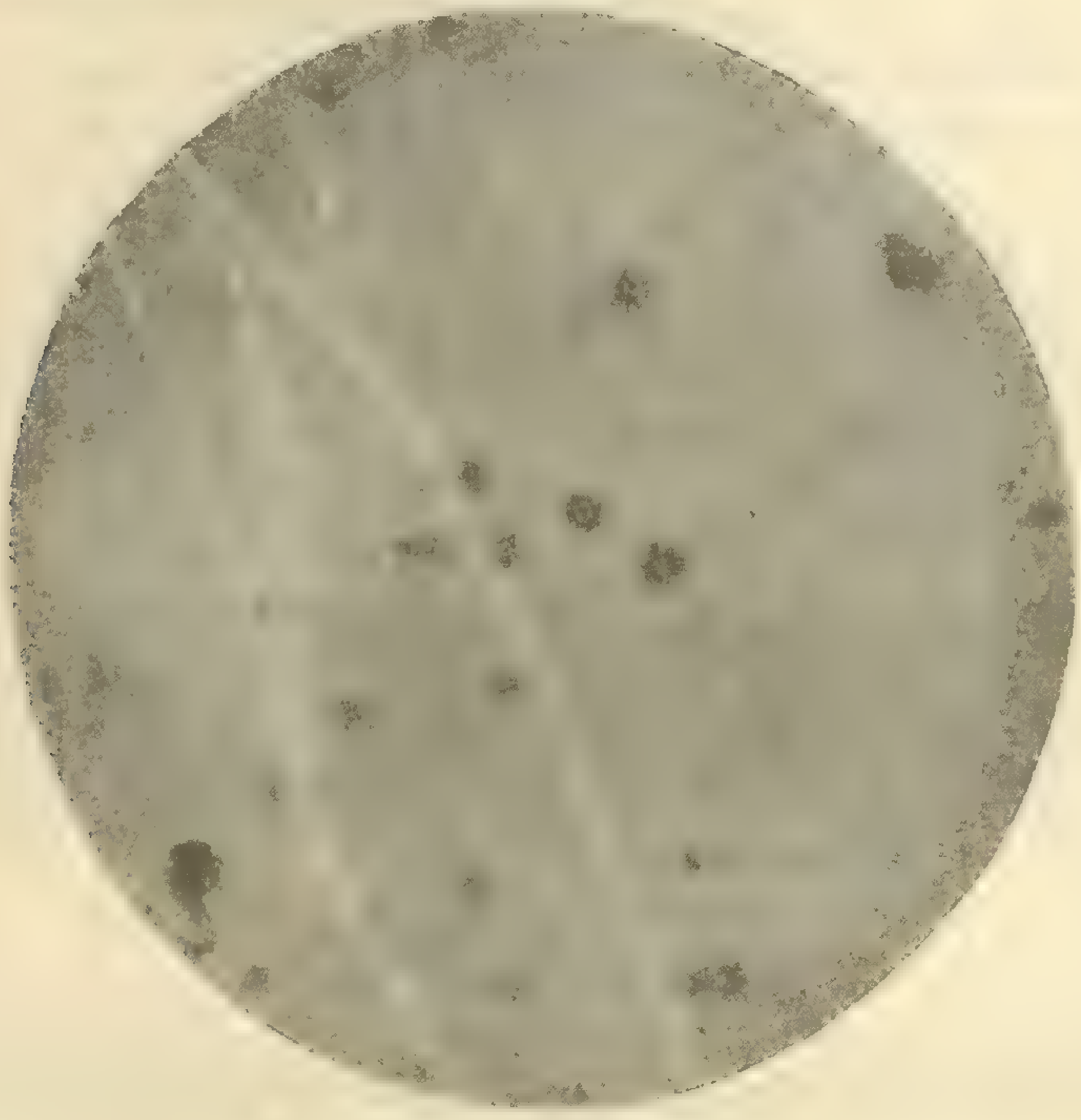


Fig. 3.

Eine nähere petrographische Untersuchung (vergl. Fig. 3) ergibt, dass wir es bei dem Rhätvorkommen von Unterhallau mit einem reinen Aufarbeitungsprodukt des darunterliegenden Zanclodonmergels zu tun haben, in der Hauptsache bestehend aus einem zusammengeschwemmten Haufwerk nur unvollkommen eckiger, vielmehr vorwiegend mehr oder weniger mechanisch bearbeiteter, bisweilen selbst glattgescheuerter, grösserer und kleinerer, zumeist nur 1—2 mm messender, ausnahmsweise bis 16 mm grosser dolomitischer Kalk- und Mergelbröckchen, die teils durch ein bald ziemlich reichlich vorhandenes, fein-kristallinisches Kalzitbindemittel fest mit einander verbunden sind, teils eines eigentlichen Zusammenhaltes so gut wie gänzlich entbehren und dann aus einem lockeren Akkumulat von Mergelbröckchen bestehen.

Nur vereinzelt finden sich Bröckchen und Fetzen von intensiver grün gefärbtem, anscheinend tieferen Schichten des (mittleren) Keupers entnommenem Mergel beigemengt.

Ganz untergeordnet kann weisser, erdiger Baryt die Stelle des sonst kalzitischen Bindemittels vertreten. Auch nach Behandlung des kompakten Gesteins *d* mit kalter Salzsäure lässt sich im Rückstand von Quarz so gut wie keine Spur nachweisen; ersterer besteht vielmehr aus verschiedenfarbigen, hauptsächlich graugrünen bis grünen, z. T. auch weiss oder ziegelrot gefärbten Bröckchen von fein schwammig-porösem Aussehen, die beim Erwärmen mit Salzsäure unverändert bleiben und so gut wie unschmelzbar erscheinen.

Sowohl der kompakte, wie der lockere Teil der Zwischenbildung zeichnet sich durch verschieden reichliche Führung von Kohlenbröckchen, Knochenteilchen, Fisch- und Saurierwirbeln, Zähnen und Koprolithen aus, teilweise stark mechanisch bearbeitet, anderenteils über Erwarten gut erhalten. Sie verleihen der ganzen Bildung einen ausgesprochenen Bonebedcharakter.

Am besten lässt sich der Fossilinhalt aus der lockeren Partie *e* des Profils gewinnen, die mit Zuhilfenahme von Sieben durchgewaschen wurde. Aus dem vom Schlamm gesäuberten Rückstand konnte der Fossilbestand einfach ausgesucht werden.

Eine ca. sechstägige Schlemmtätigkeit genügte zum Verarbeiten des ganzen zutage geförderten Materials.

Die Untersuchung und Bestimmung der zusammengekommenen Funde hat Herr Dr. B. Peyer in freundlicher Weise übernommen.

Nach demselben setzt sich die Fauna aus folgenden Arten zusammen:

Ceratodus parvus Ag. (*h*).[1]

Sargodon tomicus Plien. (*h*) (fast nur Pflasterzähne).

Hybodus spec. (*s*).

Hybodonchus E. Fraas? (*s s*).

Ganoidschuppen (*s s*) (nur in nicht näher bestimmbaren Fragmenten).

Gresslyosaurus spec. (1 Brustwirbel, 1 Rippenkopf und kleinere Fragmente).

Termatosaurus Albertii Plien. (*h*) (nur Zähne).

Megalosaurus spec. (Zähne).

---

[1] (h) = häufig, (s) = selten, (s s) = sehr selten.

Ferner zahlreiche kleine Wirbelkörper, besonders von Nothosauriden, skulptierte Schädelknochenfragmente von Fischen (vielleicht auch Labyrinthodonten), sowie weitere, bisher nicht näher bestimmbare Fragmente von Reptilienknochen.

Aus diesen Wirbeltierresten ergibt sich bezüglich Alter und Charakter der in Frage kommenden Schichten Folgendes:

Von stratigraphischer Bedeutung ist nur das Vorkommen von *Ceratodus parvus* Ag. und *Sargodon tomicus* Plien. Diesen beiden Formen aber dürfte tatsächlich die Bedeutung von bezeichnenden rhätischen Leitfossilien zukommen.

Wenn schon die spezifische Bestimmung von *Ceratodus*-Zähnen im allgemeinen recht unsicher ist, so erscheint doch *Ceratodus parvus* als eine charakteristische Form, die man bisher nur aus dem Rhät kennt. (Vgl. Miall, Monograph of the Sirenoids and Crossopterygian Ganoids, Palaeontogr. Soc., London 1878, S. 29; — Endlich, F. M.: Das Bonebed Württembergs. Dissertation. Tübingen 1870, S. 11; — Quenstedt, F. A.: Handbuch der Petrefaktenkunde, III. Aufl., Tübingen 1882—85, S. 298)[1]).

Für *Sargodon* ermöglicht die eigenartige Struktur eine Bestimmung auch der Pflasterzähne von an sich indifferenter Form.

Auch *Sargodon* ist bisher nur aus dem Rhät bekannt. (Vgl. ausser Plieninger, „Über Sargodon tomicus“, Jahreshefte des Ver. für vaterländ. Naturkunde in Württemberg, Jahrg. III, Stuttgart 1847, S. 165; — Quenstedt, loc. cit. Seite 298 und Endlich, loc. cit. — auch Woodward, A. Smith: Catalogue of the fossil fishes in the British Museum, Part. III, S. 67—68, London 1895; — Leuchs, K.: Die geologische Zusammensetzung und Geschichte des Kaisergebirges, Innsbruck 1907, Seite 90 (dieselbe Arbeit auch in d. Zeitschr. des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg, Folge 3, Heft 51); — Erni, Das Rhät im schweizerischen Jura, Eclogae geol. Helvet., Vol. XI, Lausanne 1910, S. 35 u. 41; — Henry, J.: L'Infralias dans la Franche-Comté. Mém. de la Société d'Emulation du Doubs, Besançon 1875, S. 412; — Gümbel, Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges, S. 398, Gotha 1861; — Priem, Etude des Poissons fossiles du Bassin parisien, Seite 12, Paris 1908).

Dazu kommt in zweiter Linie, dass weitere Wirbeltierreste, die in den Arbeiten von Endlich und Henry mit Artnamen belegt wurden, an der Hallauer Fundstelle in ganz übereinstimmender Weise vorkommen, aber hier nicht besonders aufgeführt wurden, da die betreffenden Bestimmungen wertlos sein dürften.

---

[1]) Eingehende Beschreibung der Hallauer Funde von *Ceratodus parvus* siehe Stromer u. Peyer, Über rezente und triassische Gebisse von Ceratodontidae. Zeitschr. Deutsche Geol. Ges., Bd. 69, 1917.

Hingegen konnten die im Rhät von Württemberg, der Umgebung von Basel, dem Schweizer Jura und der Franche-Comté häufigen Genera *Acrodus* und *Saurichthys* nicht nachgewiesen werden, was möglicherweise nur mit der relativ geringen Grösse des Aufschlusses zusammenhängt, vielleicht aber auch in dem von E. Fraas (Die Labyrinthodonten des schwäbischen Trias, Palaeontographica Bd. 36, S. 20 u. f., Stuttgart 1889) in vorzüglicher Weise erläuterten Charakter der Bonebedablagerungen überhaupt begründet ist.

Hinsichtlich des Fehlens von *Avicula contorta* Portlock sei darauf hingewiesen, dass dieses Leitfossil für das schweizerische Rhät erst lange nachdem die Wirbeltierreste schon wohlbekannt waren, nachgewiesen werden konnte (vgl. Erni, loc. cit., S. 7). Offenbar waren entweder die dieser Muschel zusagenden Lebensbedingungen bei dem Hallauer Rhätvorkommen nicht vorhanden, oder aber, auch wenn Avicula contorta in der Fauna des schweizerischen Rhät häufiger war, die Bedingungen für ihre fossile Erhaltung gerade in den Bonebedablagerungen äusserst ungünstig.

Dem Funde von *Gresslyosaurus* dürfte keine stratigraphische Bedeutung zukommen.

Über den geologiscben Charakter der Ablagerung lassen die gefundenen Reste keine sicheren Schlüsse zu. Am wahrscheinlichsten erscheint es nach den Betrachtungen von Fraas[1]) 1889/90, S. 22 u. f., dass es sich um eine brackische oder um eine sehr küstennahe marine Bildung handelt.

3. Der untere Lias.

Derselbe bildet den Gegenstand einer besonderen, in Vorbereitung befindlichen Publikation in Mitt. der Grossh. Bad. Geolog. Landesanstalt VIII. Bd.

4. Der obere Keuper bei Hallau im Vergleich zu seiner Ausbildung in der Westschweiz und in Schwaben.

Nicht nur für den Donau-Rheinzug, sondern für den grössten Teil des dem Süd- und Südostrande des Schwarzwaldes folgenden Keuperausstriches erscheint das Auftreten des Rhät bei Unterhallau als ein durchaus unerwartetes und unmotiviertes.

---

[1]) Fraas, E.: Palaeontographica, Bd. 36, Seite 20 u. f.

Wie bereits oben S. 100 angedeutet, finden sich nämlich, soweit bis jetzt bekannt, die nächstgelegenen Rhätvorkommnisse erst wieder einerseits im nichtgefalteten Deckgebirge des südlichen Schwarzwaldes bei Basel und im Faltenjura westlich einer ungefähr von Reigoldswyl nach Hägendorf bei Solothurn gezogenen Linie, anderseits in der Umgebung von Täbingen und Balingen in Württemberg.

Bei Basel umfassen sie ein Gebiet, das etwa durch die Grenzpunkte St. Chrischona-Mönchenstein-Liestal-Adelhausen[1]) bezeichnet wird.

Genaue, durch künstliche Aufschlüsse am Ufer der Ergolz bei Niederschöntal ermöglichte Untersuchungen liegen von Strübin vor.[2]) Sie lassen sich in erster Linie zu einem Vergleich mit der Hallauer Ausschachtung heranziehen.

Bezüglich der Zanclodonmergel herrscht da wie dort noch grosse Übereinstimmung.

Grünlichgraue und schmutzig-violette Mergel herrschen auch an der Ergolz vor; in ca. 2,10 m Abstand unter ihrer oberen Grenze zeichnet Strübin eine 0,40 m starke Konglomeratbank mit Knochenfragmenten und fossilem Holz besonders aus, dessen einzelne, wenig gerundete Gerölle Erbsen- bis Nussgrösse besitzen. Leider findet sich über die Natur dieser Gerölle nichts näheres angegeben.

Bei Hallau wurde in dem dort durchsunkenen Anteil der Zanclodonmergel kein derartiges heterogenes Zwischenmittel bemerkt.

Auf die anscheinende petrographische Übereinstimmung der Knollenlage an der oberen Grenze von 3 des Strübinschen Gesamtprofils mit *b* der Schichtenfolge bei Hallau ist bereits oben hingewiesen worden. Beide lassen sich aber nicht ohne weiteres identifizieren, da darüber bei Hallau nochmals 0,80 m Zanclodonmergel folgen, bei Basel aber sofort das Rhät beginnt.

Letzteres erscheint hier, wie gewöhnlich, in Form eines mehrfachen Wechsels von Sandstein und Schieferton, wovon letzterer seiner Mächtigkeit nach allerdings vorherrscht.

An die Sandsteine ist auch das Vorkommen des Bonebeds gebunden, und zwar liegt dieses letztere ganz an der Basis des Rhät, unmittelbar über der chailles-Knollenlage.

---

[1]) Das vielfach bezweifelte Rhätvorkommen von Adelhausen findet eine Bestätigung durch das pflanzliche Fossilienmaterial, welches i. J. 1869 Herr Prof. Sandberger in Würzburg liegen hatte und das er zum Vergleich mit der Bayreuther Rhätflora durch Prof. Schenk näher untersuchen liess. Die betreffenden Reste steckten in einem feinkörnigen, hellgelben Sandstein, der durchaus das Aussehen von echtem Rhätsandstein hatte. Auch der durch Buxtorf zuerst geleistete Nachweis des Rhät bei St. Chrischona stimmt mit der Angabe Sandbergers bezüglich Adelhausen.

[2]) Verhandlungen der Naturf. Gesellschaft in Basel, Bd. XIII, S. 586—602 und Eclogae geologicae Helvetiae, Vol. VII 1901, S. 119—123.

Erst höher finden sich in den Sandsteinschweifen der Schiefertone die leitenden marinen Conchylien des Rhät.

Zu oberst schliesst letzteres mit einer 5 cm starken Lage von aschgrauem Schieferton ab.

Ziemlich dieselbe Entwicklung wie bei Basel zeigen die aus dem Kettenjura bekannten Rhätvorkommnisse, welche besonders in der zusammenfassenden Abhandlung von Erni[1]) und den Arbeiten von Buxtorf näher besprochen sind. Wir verweisen auf die diesbezügliche Literatur, die sich in der Ernischen Publikation nahezu vollständig[2]) angeführt findet, und heben als vergleichshalber besonders in Betracht kommend nur folgendes heraus:

Auch im Aargauer, Basler, Solothurner und Berner Kettenjura besteht das Rhät überall aus weissen oder grauen, manchmal gelb verwitternden Sandsteinen, im Wechsel mit dunkeln, blättrigen Mergeln; nur in einem Fall wurden rote Mergel zwischen den Sandsteinen beobachtet.

Seine Mächtigkeit beträgt 6—7 m.

Tritt ein Bonebed auf, so erscheint es fast regelmässig an der Basis des Rhät, ab und zu (Käspisbergli, Weissensteintunnel) durch ein dünnes Mergelzwischenmittel in zwei Lagen gesondert.

Nur ausnahmsweise (Tunnel du Doubs) setzt es erst in beträchtlichem Abstand über der Rhätbasis ein.

Conchylien finden sich hauptsächlich in den Sandsteinen über dem Bonebed, sie können aber auch in diesem vorkommen, zusammen mit den vorherrschenden Wirbeltierresten.

In nicht minder ausgesprochenen Gegensatz wie zu dem Rhät der Umgebung von Basel und demjenigen des westschweizerischen Jura, stellt sich das isolierte Vorkommen von Hallau zu dem durch eine Reihe vou Spezialuntersuchungen genauer bekannt gewordenen oberen Keuper von Württemberg.

Zunächst in Betracht kommen Profile aus der Gegend von Trossingen und Rottweil.

---

[1]) Das Rhät im schweizerischen Jura. Eclogae geologicae Helvetiae Vol. XI. S. 1—54.

[2]) Mit Ausnahme der nachträglich erschienenen Notiz von Buxtorf: Einige Bemerkungen über das Rhät im Juragebirge und den Gebirgsbau der Vorbergkette. Eclogae geologicae Helvetiae Vol. XI. S. 358—365.

Von ersterer Lokalität stellen Lörcher[1]) und Issler[2]) die Schichtenfolge an der Keuper-Liasgrenze folgendermassen dar:

Issler

Psilonotenhorizont.	Mächtige Psilonotentone mit Nagelkalk 1—1,5 m Psilonotenbank 10 cm dunkle kalkig-tonige Schicht.
Keuper	Helle Keupermergel mit einer härteren Bank dazwischen, in rote übergehend; Bonebed fehlt.

Lörcher

d) 1—1,5 m Psilonotenbank, schwefelkiesreich

c) 10 cm dunkle, sandige ölige (?) Tone mit einer Masse von Fischschuppen, Stacheln und *Pentacrinus psilonoti,* nach unten übergehend in

b) 20—30 cm gelben Ton, von weissem Kalkmergel durchsetzt

a) Roter Knollenmergel, oben mit gelben Flecken.

Die Verhältnisse decken sich für den Lias mit jenen von Hallau bis an die Basis der 10 cm messenden Tone des Lörcherschen Profils.

Was bei Trossingen darunter liegt, muss bereits zum Zanclodonmergel gerechnet werden; ein irgendwie als Rhät zu deutendes Zwischenmittel fehlt.

Trotzdem lässt Lörcher nur *a* und *b* als Knollenmergel gelten, sieht dagegen *c* als Zwischenbildung zwischen ihm und dem Lias an und betrachtet das Vorkommen von Fischschuppen in *c* als Andeutung des Bonebeds.

Bekannter als die Trossinger Lokalität ist der Aufschluss an der Roten Steige zwischen Rottweil-Altstadt und Wellendingen, von welcher Haag[3]) und Lörcher[4]) das folgende Profil geben:

3. Liaskalk,
2. 2—3 m bläuliche sandige Mergel, ganz fossilleer.
1. Knollenmergel.

Es wurde gelegentlich der im April 1898 abgehaltenen Versammlung des oberrheinischen geologischen Vereins in Tuttlingen besichtigt. Man kam darin überein, dass 1 als Knollenmergel, 3 als Psilonotenkalk

---

[1]) Beitrag zur Kenntnis des Rhäts in Schwaben. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, 58. Jahrgang 1902, S. 148—178.

[2]) Beiträge zur Stratigraphie und Mikrofauna des Lias in Schwaben. Palaeontographica LV. Band. S. 1—103.

[3]) Haag F.: Zur Geologie von Rottweils Umgebung. Programm des Kgl. Gymnasiums in Rottweil, 1897.

[4]) loc. cit. S. 158 und 159.

2 höchstens stratigraphisch, nicht aber nach Gesteinsbeschaffenheit, als Bonebed zu deuten sei.

Lörcher erklärt 2 für rhätisch, „da jede Spur von Fossilien fehlt, vielmehr die Leitmuscheln für den untersten Lias erst in den darüberliegenden Kalkbänken auftreten.“

Ein solcher Mangel jeglicher Fossilreste ist aber gerade für die Knollenmergel charakteristisch.

Zum erstenmal tritt typisches sandiges Rhät in der Gegend von Zepfenhahn und Täbingen wieder zu Tage.

Das von Waidelich von dieser Gegend gegebene Profil erinnert schon ganz an die normalen, für das westschweizerische Rhät und die weiter nördlich liegenden württembergischen Vorkommnisse geltenden Verhältnisse.

Es stellt sich in der Hauptsache folgendermassen dar:

Psilonotenkalk
5—10 cm Mergel
20—30 cm Ton
60 cm sandige Platten mit Rhätconchylien
1,5 m leerer Sandstein.

An einer benachbarten Stelle zeigte sich ein Bonebed dem Sandstein eingelagert oder es liegt an dessen Basis, bezeichnet also die Grenze zwischen Rhät und Knollenmergel. Letzterer geht auch hier nach oben in gelben Letten über, wie es im Donau-Rheinzug gewöhnlich der Fall ist.

Das Gesagte mag genügen, um die Schärfe des Gegensatzes hervortreten zu lassen, in welchen sich das Hallauer Rhätvorkommen zu dessen normaler Entwicklung in der Westschweiz und in Württemberg setzt.

In beiden letzteren Gebieten stellt sich der obere Keuper als eine ausgesprochene Sandsteinbildung dar; denn wenn auch nicht mit absoluter Sicherheit behauptet werden kann, dass überall da, wo Lias auf Knollenmergel liegt, das Rhät fehlt, so hält man sich doch im allgemeinen für berechtigt, den Ausfall des letzteren da anzunehmen, wo alle und jede Sandbeimengung vermisst wird.

Das Hallauer Vorkommen nimmt in dieser Hinsicht eine durchaus eigenartige Stellung ein und bietet schon deshalb ein die obige ausführliche Darstellung vielleicht rechtfertigendes Interesse.

Die ganze Ablagerung erscheint hier in rein-mergeliger Facies in Gestalt eines einheitlichen, ausgesprochenen Bonebeds, dem alle sonst das Rhät charakterisierenden petrographischen Kennzeichen fehlen. Es stellt ein reines Aufarbeitungsprodukt des darunterliegenden Zanclodonmergels dar, das offenbar nicht von weiter herantransportiert wurde, da die es zusammensetzenden lockeren Mergelbröckchen eine stärkere mechanische Beeinflussung nicht durchgemacht hätten, ohne vollständig zerrieben zu werden.

Nach dem Gesagten kann der ganzen Ablagerung nur eine recht geringe Ausdehnung beigemessen werden, denn sonst wäre ihr vollständiges Fehlen in weniger als 1 km betragender südwestlicher Entfernung (am Neuen Weg) ebensowenig verständlich, wie ihr Nichtvorhandensein in dem ganzen übrigen, gegen Nordost sich anschliessenden Teil des Donau-Rheinzuges. Man möchte an eine Zusammenschwemmung in einer wenig ausgedehnten, taschenartigen Vertiefung denken, welche durch diese ihre begünstigte Position vor der Zerstörung bewahrt blieb, während das damit einst zusammenhängende Niederschlagsgebiet in weiter Ausdehnung von derselben betroffen wurde.

Wir stimmen damit der schon von Buxtorf geäusserten Ansicht durchaus bei, dass das Rhät ursprünglich nicht nur im ganzen Gebiet der Nordschweiz zum Absatz gelangte, sondern auch ein direkter Zusammenhang zwischen den schweizerischen und schwäbischen Vorkommen bestand, trotz der durch die spezielle Art der Ablagerung bedingten abweichenden petrographischen Beschaffenheit des die Verbindung herstellenden Hallauer Vorkommens.

Wenn heute in der bestehenden Lücke zwischen Schweizerhalle oder Liestal und Täbingen Rhät sonst nirgends nachweisbar ist, so dürfte dessen Fehlen lediglich einer nachträglichen Abtragung zuzuschreiben sein, eine Vorstellung, welche auch aus andern, von Buxtorf bereits hervorgehobenen Gründen als berechtigt erscheint.

Erni setzt sich allerdings in ausgesprochenen Gegensatz, wenn er eine direkte, durch einen Meeresarm hergestellte Verbindung des schweizerischen Rhät mit dem schwäbischen bestreitet, entgegen der auch schon von Lapparent geäusserten Ansicht. Von dem Rhätvorkommen bei Unterhallau war allerdings zur Zeit der Publikation von Ernis Arbeit, d. h. im Jahre 1910, noch nichts bekannt.

Wasseruntersuchungen im Gebiete der Magdalena-Bay in Niederkalifornien.

Von

AD. HARTMANN (Aarau).

(Hiezu Tafel III—V.)

(Als Manuskript eingegangen am 9. August 1918.)

Im Jahre 1915 hat unter der wissenschaftlichen Leitung von Dr. Arnold Heim eine kleine schweizerische Expedition im Auftrage einer Gesellschaft einen Teil der Halbinsel Niederkalifornien auf Kolonisierbarkeit untersucht. Es handelte sich in erster Linie um Feststellung der Boden-, Wasser- und Klima-Verhältnisse dieses am wenigsten bekannten Landes des nordamerikanischen Kontinentes.1)

Der Verfasser will in Folgendem seine Beobachtungen über die merkwürdigen Wasserverhältnisse mitteilen. Er verdankt seinem Freunde Arnold Heim nicht nur die herrliche Reise, sondern auch viele Anregungen für die folgenden Studien.

Da das Klima der Halbinsel extrem trocken ist, das Land zum grössten Teil aus Wüsten und Steppen besteht, so hängt eine Kolonisation in erster Linie von der Quantität und Qualität der vorhandenen Wasservorräte ab. Mit den hydrologischen Verhältnissen steht die Alkalifrage im direkten Zusammenhang. Warmes trockenes Klima bedingt die Bildung von Salz- und Alkaliböden, deren Studium von besonderem Interesse und enormer praktischer Bedeutung ist. Etwa $^1/_{10}$ des ebenen, bewässerungsfähigen Bodens der Vereinigten Staaten ist unbrauchbares und unkorrigierbares Alkaliland.

Die Bodensalze dieser Gebiete sind entweder Meeressalze, also Rückstände von verdampftem Meerwasser oder dann aus primärem Gestein entstehende Verwitterungssalze. Die Meersalzböden finden sich in der Nähe des Ozeans oder in einst überfluteten Depressionen. Die Salzböden der zweiten Art, die eigentlichen Alkaliböden, finden sich in allen Höhenlagen, sind ausserordentlich verbreitet und treten

---

1) Siehe Arnold Heim: Reisen im südlichen Teil der Halbinsel Niederkalifornien, Zeitschrift d. Ges. f. Erdkunde in Berlin, 1916, Nr. 1, ferner A. Heim, Charakterpflanzen der Halbinsel Niederkalifornien, in Vegetationsbildern herausg. von Karsten u. Schenck, 13. Reihe, 1916, Heft 3/4.

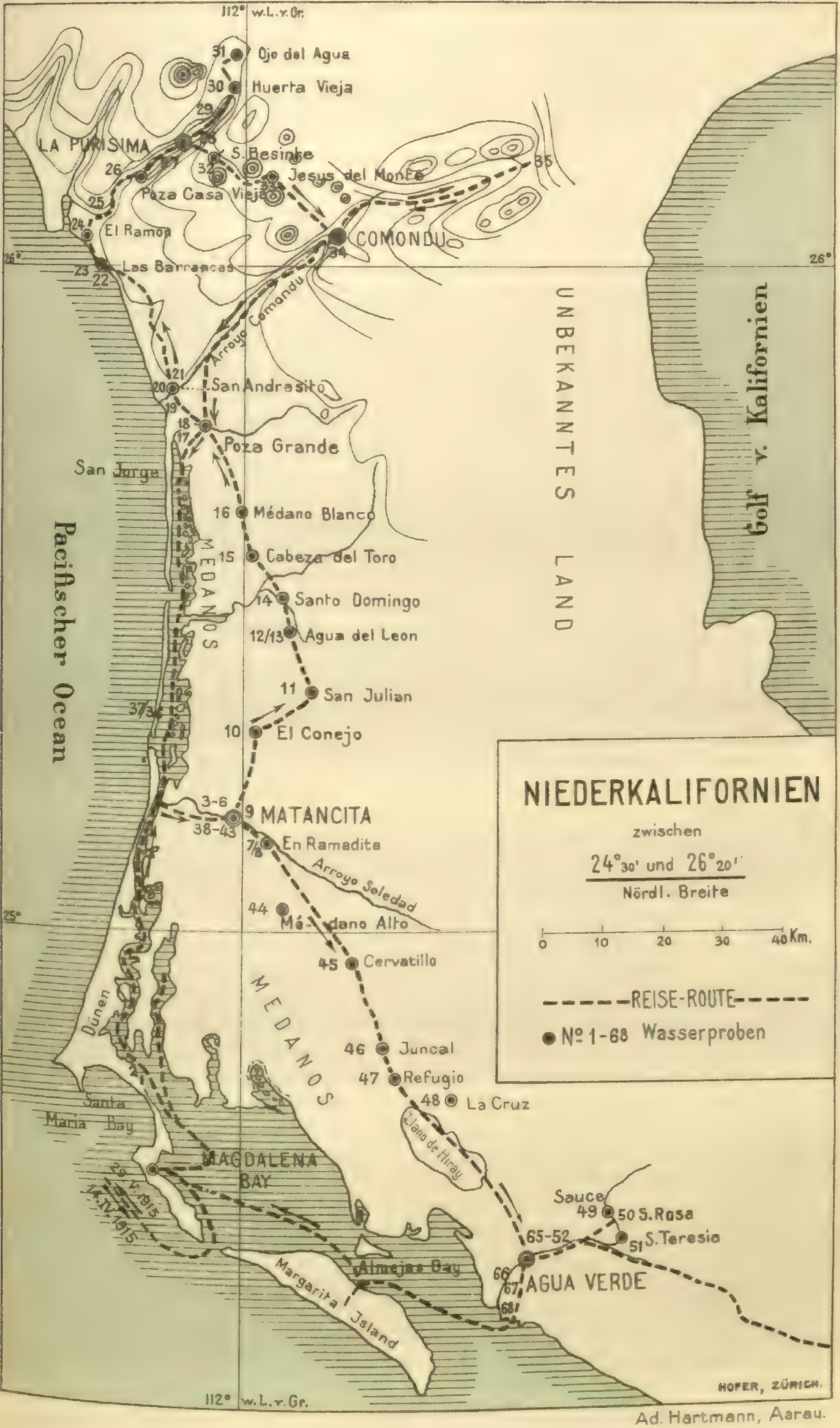
unvermittelt in den schönsten Kulturebenen auf. Die Regenmenge solcher Gebiete reicht nicht aus, um das bei der Verwitterung entstehende Salz aufzulösen oder gar fortzuführen. Das Salz bleibt im Boden liegen, erleidet vielfache Umsetzungen und teilweise Auslaugungen und bedingt für die Vegetation sehr nachteilige Bodenveränderungen.

Die Salze lösen sich in der Regenzeit im Wasser auf, verteilen sich infolge Diffusion und Schwerewirkung im ganzen vom Wasser benetzten Bodenkörper, steigen dann zur Trockenzeit mit dem Wasser an die Oberfläche, bilden dort in dem Masse, wie das Wasser verdunstet, konzentrierte Salzlösungen oder gar Ausblühungen bis Salzkrusten, die oft viele Kilometer weit wie Schnee das Land bedecken. Bei der nächsten Regenzeit verschwinden die Salze wieder, sinken mit dem Wasser in den Boden und machen somit alle Bewegungen des Bodenwassers mit.

Bei geringem Alkaligehalt kann ein Boden mehrere Jahre gute Erträge liefern. Durch die künstliche Bewässerung aber wird ihm eine fünf bis zehnmal grössere Wassermenge zugeführt als durch die Niederschläge; die benetzte Bodenmasse wird viel dicker und es werden auch entsprechend grössere Mengen Alkalisalze mobil gemacht. Diese steigen bei der durch die Kulturen stark gesteigerten Wasserverdunstung in die Höhe; an der Oberfläche tritt zuerst Salzanreicherung ein. Die Alkaligefahr ist also die Folge der künstlichen Bewässerung und zeigt sich oft erst einige Jahre nach begonnener Kultur. Mitten in den schönsten Pflanzungen treten Flecken auf, die Pflanzen sind im Wachstum gehemmt, erkranken und sterben ab; später erscheinen die Alkaliausblühungen. Wenn auch die grosse Salzkonzentration an der Oberfläche nur kurze Zeit andauert und mit der nächsten Regen- oder Bewässerungsperiode wieder verschwindet, so werden die Pflanzen gleichwohl getötet.

Es ist begreiflich, dass man in den Vereinigten Staaten der Alkalifrage besondere Aufmerksamkeit widmet und sie in vielen Laboratorien und Versuchsanstalten des Dep. of Agriculture studiert.

Vom praktischen Standpunkte aus werden die Alkalisalze in zwei Gruppen eingeteilt, in weisses Alkali, bestehend aus den Neutralsalzen der Metalle Na, Mg, K und der Salzsäure und Schwefelsäure, und schwarzes Alkali, das neben andern Salzen Soda in merklichen Mengen enthält. Die erste Bezeichnung ist ohne weiteres verständlich, die zweite bedarf noch einer Erläuterung. Soda kann bei der Verwitterung der Alkalisilikate direkt entstehen, bildet sich aber auch durch Umsetzung aus NaCl mit $CaCO_3$ und $MgCO_3$ bei Gegenwart


112° w. L. v. Gr.
31 Ojo del Agua
30 Huerta Vieja
29
LA PURISIMA
28
27
26
S. Besinte
32
Jesus del Monte
Poza Casa Vieja
33
25
24 El Ramon
35
COMONDU
34
26°
23 Las Barrancas
22
Arroyo Comondu
UNBEKANNTES LAND
Golf v. Kalifornien
21
20 San Andrasito
19
18
17
Poza Grande
San Jorge
16 Médano Blanco
15 Cabeza del Toro
MEDANOS
Pacifischer Ocean
14 Santo Domingo
12/13 Agua del Leon
11 San Julian
37
10 El Conejo
NIEDERKALIFORNIEN
zwischen
24° 30' und 26° 20'
Nördl. Breite
0 10 20 30 40 Km.
REISE-ROUTE
● Nº 1-68 Wasserproben
3-6
9 MATANCITA
38-43
7/8 En Ramadita
Arroyo Soledad
44 Médano Alto
25°
45 Cervatillo
MEDANOS
Dünen
46 Juncal
47 Refugio
48 La Cruz
Llano de Hiray
Santa Maria Bay
MAGDALENA BAY
29. V. 1915
14. IV. 1915
Sauce
49
50 S. Rosa
51 S. Teresia
65-52
AGUA VERDE
66
67
68
Almejas Bay
Margarita Island
112° w. L. v. Gr.
HOFER, ZÜRICH.

Ad. Hartmann, Aarau.

freier Kohlensäure, die im Boden besonders reichlich durch Verwesen von Humus entsteht. Soda bedingt dann ein Auflösen von Humussäuren und gleichzeitig ein Zusammenbacken des Bodens, weil die Bodensole in Gele übergehen und sich verfestigen. So bedingt die Soda die Entstehung von dunklen Vertiefungen im Boden.

In vielen Untersuchungen wurde die Widerstandskraft der wichtigsten Kulturpflanzen gegen Schwarz- und Weiss-Alkali festgestellt. Ein Sodagehalt von 0,05—0,1% der trockenen Bodenmasse schädigt die Pflanzen und macht den Boden unbrauchbar; nur in seltenen Fällen und bei sehr wenig Sodagehalt kann durch Zusatz von Gips oder Kalkmörtel eine Korrektur erfolgen. Weniger schädlich ist das Weissalkali. Ist jedoch der Gehalt über 1,5%, so gedeihen nur noch wenige Pflanzen, vor allem Salzsträucher und Salzgräser und die viel Alkali vertragende Dattelpalme. Die Weissalkaliböden unter 1,5% Salzgehalt werden in fünf Gruppen eingeteilt; in Böden mit 1,5—1, 1,0—0,8, 0,8—0,6, 0,6—0,4, 0,4—0,1% Gehalt. Man kennt das Verhalten der meisten Kulturpflanzen gegen diese Alkaligehalte und kann durch geeignete Wahl der Pflanzen einen schwachalkalischen Boden noch ausnützen.

Bei der Untersuchung eines Gebietes auf Kolonisationsfähigkeit ist es also von grösster Bedeutung, den Boden auf Alkaligehalt zu prüfen. Zu diesem Zwecke wäre die umständliche chemische Untersuchung einer sehr grossen Anzahl von Bodenproben notwendig.

Eine vorläufige Orientierung gibt die chemische Untersuchung aller in einem Lande angetroffenen Wasseraufschlüsse, weil ja gerade die pflanzenschädigenden Natriumsalze vom Boden nicht adsorptiv zurückgehalten werden, sondern in die Bodenwässer übergehen. Solche Wasseranalysen sind ferner auch notwendig, um sich über die Wasserqualität für Trink- und Bewässerungszwecke zu orientieren.

Es war nun von vornherein ausgeschlossen, von allen gefundenen Wässern Proben zu erheben, einige Wochen auf dem Pferde mitzuschleppen und dann im nächsten Laboratorium der Vereinigten Staaten zu analysieren. Es musste das Wasser an Ort und Stelle auf die einfachste Art untersucht werden. Eine von Wilton Whitney und Thos. H. Means[1]) in Anwendung gebrachte elektrische Methode zur Bestimmung der Leitfähigkeit des Boden- oder Quellwassers konnte nicht in Betracht fallen, weil diese Methode einige genaue und empfindliche Apparate erfordert und dann nur das Quantum, nicht aber die Natur der vorhandenen Salze anzugeben vermag. Eine einfache auf Titration beruhende Wasseruntersuchung im Felde war vorzuziehen. Um die Titration zu vereinfachen und besonders um alle platzraubenden Apparate auszuschliessen, wählte ich die denkbar einfachste massanalytische Methode, die in Folgendem kurz beschrieben sei.

---

[1]) Bulletin Nr. 8 U. S. Department of Agriculture. Division of soils.

Wasseruntersuchung im Felde.

Die mehrwöchige Reise zu Pferde in einem fast unbewohnten Lande von Wüstencharakter verlangte grösste Beschränkung des Gepäckes. Um selbst Büretten und ihre Stative entbehren zu können, wählte ich die Tropfenzählmethode an Stelle der gewöhnlichen Titration. Die Resultate können keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit machen, doch genügen sie vollauf zur Beantwortung der Hauptfragen, um die es sich handelte.

Eine Wasseruntersuchung vom hygienischen Standpunkte aus war von vorneherein ausgeschlossen, weil das meiste Wasser in offenen Tümpeln, Teichen, künstlichen Wasserlöchern allen möglichen Verunreinigungen ausgesetzt ist und immer wieder von neuem mit Tierexkrementen und Tierleichen verunreinigt wird. Eine Nachweisung der im Wasser vorhandenen Metalle oder Kationen war überflüssig, denn wenn man die Reaktion des Wassers, das Quantum des vorhandenen Chlors und Schwefelsäurerestes ermittelt, so ist man auch über den Salzgehalt genügend orientiert und kann sogar den Trockenrückstand approximativ berechnen. Unter den Metallen oder Kationen kommen in einem solchen Wasser vor: Natrium (weitaus die Hauptmenge) Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen und Aluminium, unter den Säureresten oder Anionen Cl, SO_4, CO_3, PO_4, SiO_4, NO_3, NO_2. Da ein solches Wasser immer mit Kohlensäure gesättigt ist, so halten sich trotz basischer Reaktion die Kationen und Anionen das Gleichgewicht. Bestimmt man die Menge der Anionen, so kennt man annähernd den Salzgehalt. Die Anionen PO_4 und SiO_4, NO_3 und NO_2 kommen in so geringer Menge vor, dass man sie ruhig vernachlässigen kann; man hat also nur noch das Chlor, SO_4 und ein Aequivalent der CO_3 zu bestimmen. Dieses Aequivalent findet man mit genügender Genauigkeit für die Beurteilung der Bodenwässer in der Alkalinität oder temporären Härte des Wassers. Es genügt somit, wenn man im Wasser die Alkalinität oder Härte, das Chlor und die Schwefelsäure bestimmt.

Die Alkalinität wird durch Titration mit Salzsäure unter Verwendung von Methylorange als Indikator ermittelt. Wenn alle Kohlensäure ausgetrieben und basisch reagierenden Salze neutralisiert sind, tritt ein Farbenumschlag von Gelb in Rot ein, den man sehr leicht erkennt. Das Chlor wird nach der Methode von Mohr bestimmt. Man gibt zu einem abgemessenen Quantum Wasser einige Tropfen Kaliumchromat als Indikator und dann tropfenweise Silbernitratlösung, bis die hellgelbe Farbe in rot übergeht, das nach dem Umschütteln nicht verschwinden darf. Jede der beiden Bestimmungen erfordert nur wenige Minuten und liefert auch bei der Tropfenmethode gute Resultate. Etwas mehr Mühe erfordert die SO_4-Bestimmung, weil man keine titrimetrische Methode kennt, sondern auf die Fällungsreaktion mit Bariumchlorid angewiesen ist. Man setzt zur gemessenen Wassermenge eine salzsaure Bariumchloridlösung, erhitzt zum Kochen, damit sich der Niederschlag rascher ausscheidet und filtriert, fährt mit der Fällung und Filtration fort, bis keine weitere Reaktion mehr entsteht und berechnet aus der verbrauchten Bariumchloridlösung die SO_4-Menge.

An Stelle der Büretten verwendete ich Tropffläschchen von 50 cc Inhalt, guter Qualität und gleichmässiger Tropfenbildung. Die Lösungen wurden so eingestellt, dass ein Tropfen, in 50 cc des zu untersuchenden Wassers gegeben, 50 Milligramm des zu bestimmenden Stoffes anzeigte. Ein Tropfen HCl, in 50 cc Wasser gegeben, entsprach 50 Milligramm $CaCO_3$, ein Tropfen Silbernitrat 50 Milligramm Chlor und ein Tropfen Bariumchlorid 50 Milligramm SO_4 in einem Liter Wasser. Die bis zum Farbenumschlag oder zur Ausfällung der Schwefelsäure gebrauchte Tropfenzahl multipliziert mit 50 ergab also die Anzahl der Milligramme der gesuchten Substanzen im Liter.

Die Stammlösungen der Reagenzien konnten in Flaschen von 300 cc Inhalt mit eingeschliffenem Zapfen und gedrechselten Holzetuis sehr gut und sicher transportiert werden und hielten sich auf der ganzen fünfmonatlichen Reise vortrefflich. Zum Abmessen von 50 cc Untersuchungswasser benützte ich Messzylinder, als Reaktionsgefässe kleine starke Pulverflaschen. Zur SO_4-Bestimmung diente eine kleine Spritlampe, ein kleines zerlegbares Stativ, an dem ein Erlenmeierkochfläschchen mit einer Klemme aufgehängt war.

Alle diese Objekte (Messzylinder, Reagierflaschen, Erlenmeier, Tropffläschchen für Reagenz und Indikator, Trichter, Spritlampe, Filter etc.) waren verpackt in einem mit Filz ausgekleideten Holzkistchen von 32 cm Länge, 15 cm Breite und 16 cm Höhe. Zwei dünne Längsbretter teilten den Raum in drei schmale Streifen, der Deckel war durch Scharniere leicht zu öffnen. Alle diese Objekte waren im geschlossenen Kästchen oben und unten durch den Filz festgehalten und steckten in eingeklemmten Kartonhülsen. Ausser den genannten Artikeln nahm das Kistchen noch eine Reihe anderer Gegenstände auf, so Lötrohr, Reagenzgläser, Glühröhrchen, Pipetten, Aräometer, Thermometer, viele feste und flüssige Chemikalien und Medikamente. Es fasste gegen 50 Glas- und einige Papierobjekte und wog samt Ledergriff, Gürtelriemen und zwei seitlichen Metallösen zum Befestigen am Reitsattel nur 3,5 kg. Die Verpackung hat sich sehr gut bewährt; es zerbrach nicht ein Stück des Inhaltes, obwohl das Mikrolaboratorium starken Erschütterungen ausgesetzt war.

Erläuterungen und Ergänzungen zur Tabelle.

Die Temperatur aller untersuchten Wässer betrug im Mittel 22,71° Celsius. In den 10—12 m tiefen Schächten zeigte das Wasser 19,7 bis 21°; in den Quellen oberhalb Purisima und Comondu 24 bis 25°, was der mittleren Temperatur der Gegend entsprechen mag. Einige niedrige Temperaturen konstatierte ich am frühen Morgen in kleinen seichten Tümpeln und bei der höchsten, ca. 600 m über dem Meere gelegenen Quelle Nr. 35 im Gebirge. Die 34,6° warme Quelle von Poza Casa vieja ist eine aus dem Bohrloch tretende arthesische Mineraltherme.

Die Alkalinität, erhalten durch Titration mit Salzsäure, drückt den auf $CaCO_3$ umgerechneten Gehalt an basisch reagierenden Substanzen aus. Dividiert man diese Zahlen durch 10, so erhält man die temporäre Härte in französischen Härtegraden, d. h. $CaCO_3$ in 100000 Teilen Wasser.

Sobald die Härte 40° übersteigt, ist sie nicht mehr allein durch gelösten kohlensauren Kalk verursacht, sondern es werden noch basische Salze, vor allem Soda vorhanden sein. Von den 68 Proben zeigen zwölf mehr als 40 Härtegrade. Ein gleichzeitiger Gehalt von Gips und Natriumchlorid drückt die temporäre Härte herab.

Der Chlorgehalt der niederkalifornischen Gewässer ist von besonderem Interesse. Während die Wässer der Schweiz im Mittel drei bis sechs Milligramm Chlor aufweisen, zeigen die obigen 2127 Milligramm, also mindestens 500 mal mehr als die unsrigen. Schliesst man bei der Durchschnittsberechnung die vier chlorreichsten Wässer aus, so beträgt der mittlere Chlorgehalt noch 775 Milligramm im Liter. Dieser ausserordentlich hohe Chlorgehalt ist ohne Zweifel nicht durch einen primären grösseren Chlorgehalt des Bodens bedingt, sondern durch die salzige Meerluft, die als kräftiger Nordwest-Monsun ständig über das Land weht. Den geringsten Chlorgehalt zeigten die im Innern der Halbinsel zu Tage tretenden Quellen von Purisima, Comondu und am Fusse der Giganta, die am weitesten vom

Analysen von Wasser in Niederkalifornien. (Siehe Tafel III.)

No.	Ort der Probe-Entnahme	Art des Wasser-aufschlusses	1915	Tempe-ratur	Alkali-nität	Chlor	NaCl	SO$_4$	Aussehen
1	S. Maria-Bay	Wasserloch in Düne, altes Loch	18. IV.	23,4	450	1700	2800	viel	gelblich
2	„ „ „	„ „ „ neues Loch	18. „	23,4	750	850	1400	wenig	trüb
3	Arroyo Soledad	Wasserloch	19. „	—	350	1100	1800	Spur	farblos
4	Matancita	Schacht, 3,4 m tief	19. „	21	320	200	330	„	„
5	„	Viehtränke	19. „	—	350	300	500	„	trüb
6	„	Pumpschacht, 3 m	19. „	—	320	300	500	„	farblos
7	En Ramadita	Schacht, 17 m	20. „	25	300	250	400	wenig	„
8	„ „	Viehtränke	20. „	—	250	50	85	„	leicht trüb
9	Matancita	Bohrloch, 5 m	21. „	—	350	250	400	„	trüb
10	El Conejo	Schacht, 13 m	21. „	24,3	350	700	1150	„	farblos
11	San Julian	Schacht, 16 m	22. „	23	300	150	250	„	„
12	Agua Leon	Trinkwasserloch	22. „	21,7	200	150	250	„	leicht trüb
13	„ „	Teich, 200 × 20 m	22. „	27,2	500	400	650	viel	schmutziggrün
14	Santo Domingo	Wasserloch	23. „	17	400	250	400	wenig	leicht trüb
15	Cabeza del Toro	Schacht, 12 m	23. „	21,8	300	2500	4100	viel	farblos
16	Medano blanco	Schacht, 12 m	23. „	21,5	250	900	1500	wenig	gelblich
17	Poza Grande	Wasserloch	24. „	20,7	275	100	165	„	leicht trüb
18	„ „	Teich, 140 × 20	24. „	23	800	1500	2500	viel	gelbgrün
19	San Andresito	Wasserloch 1,5 m	25. „	19	350	600	1000	wenig	leicht trüb
20	Arroyo Pabellon	Pfütze	26. „	16	1200	2370	3900	viel	gelbbraun
21	Rancho Pabellon	Wasserloch, 2,5 m	26. „	19	1150	450	700	„	farblos
22	Las Barrancas	Wasserloch	26. „	—	625	1000	1650	1000	leicht trüb

No.	Ort der Probe-Entnahme	Art des Wasser-aufschlusses	1915	Temperatur	Alkalinität	Chlor	NaCl	SO_4	Aussehen
23	Las Barrancas	Bohrloch, 2 m	26. IV.	21,2	—	17500	28900	viel	arg trüb
24	El Ramon	Fluss, 2400 Ml	27. „	21	200	1100	1800	1000	farblos
25	La Ventana	Fluss, 720 Ml.	27. „	18	235	450	740	500	„
26	Poza Casa Vieja	Arthes. Brunnen. 350 m, 111 Ml	28. „	34,6	50	2500	4100	2400	„
27	Arroyo Purisima	Fluss, 180 Ml	28. „	24,2	300	400	650	wenig	farblos
28	„ „	„ 2000 „	29. „	29,8	350	350	570	„	„
29	Paso Ancho	„ 11000 „	2. V.	19,6	250	200	330	Spur	„
30	Huerta Vieja	Quelle,300 „	3. „	24	200	100	165	keine	„
31	Ojo del Agua	Grundwasserquelle, 11000 Ml	3. „	—	200	150	250	keine	„
32	San Besinte	Quelle, 60 Ml	6. „	30	100	125	200	keine	„
33	Jesus del Monte	Teich, 50 × 10 m	6. „	—	150	125	200	Spur	gelbbraun
34	Comondu	Quellbach, 5000 Ml	8. „	25	275	100	165	„	farblos
35	La Giganta	Quelle, 2,5 Ml	9. „	17	300	< 50	< 80	keine	„
36	Düne an Lagune	Wasserloch, 5 m von Lagune	12. „	21,3	225	1500	2500	viel	leicht trüb
37	„ „ „	„ 200 m von Ozean	12. „	21,3	250	2500	4100	„	„ „
38	Matancita	Pumpschacht	14. „	—	350	350	570	wenig	klar
39	Miseria 1000 m[1]	Teich, 100 × 40 m	15. „	28,3	100	13000	22500	sehr viel	braun
40	„ 100 m	Wasserloch, 3 m	15. „	21,2	350	1250	2150	wenig	klar
41	„ 290 m	Viehtränke, 4 × 3 m	15. „	28	200	1125	1850	„	gelbbraun
42	„ 80 m	Teich, 12 × 8 m	15. „	31,5	200	22000	36000	viel	„
43	„	Teich, 100 × 15 m	15. „	29,3	100	42500	70100	„	„
44	Medano alto	Schacht, 17,4 m	16. „	19,6	500	300	500	wenig	klar
45	Cervatillo	Schacht, 22 m	17. „	19,0	350	200	330	„	„

No.	Ort der Probe-Entnahme	Art des Wasseraufschlusses	1915	Temperatur	Alkalinität	Chlor	NaCl	SO_4	Aussehen
46	Juncal Ranch	Schacht, 16 m	18. V.	19,7	400	1175	1950	viel	klar
47	Refugio	Schacht, 15,6 m	18. „	16,6	450	1500	2500	„	„
48	La Cruz	Schacht, 14 m	19. „	—	250	1600	2650	ca. 400	„
49	Arroyo Ranch Sauce	Schacht, 19,7 m	25. „	—	400	450	750	viel	„
50	Santa Rosa 1000 m[1]) 1000 m	Schacht, 10,5 m	25. „	—	375	775	1300	„	„
51	„ Teresia 2000 m	Schacht, 12 m	25. „	—	350	3750	6200	„	„
52	El Paso 3000 m	Schacht, 9 m	25. „	—	500	825	1350	„	„
53	Arroyo Salada, San Pedro 4000 m	Wasserloch	25. „	—	375	75	120	Spur	trüb
54	Arroyo Salada 500 m	Teich, klein	25. „	25,8	150	50	80	„	gelbgrün
55	„ „ 100 m	Teich, klein	25. „	24,8	150	50	80	„	gelbbraun
56	„ „ 2 m	Wasserloch im Fluss	25. „	19,8	200	50	80	„	leicht trüb
57	„ „ 80 m	Teich im Flussbett	25. „	22,6	280	100	165	„	gelbbraun
58	„ „ 800 m	Wasserloch im Fluss	25. „	18,9	250	100	165	„	leicht trüb
59	„ „ 50 m	Teich, 70 × 45 m	21. „	24,2	200	350	600	wenig	leicht trüb
60	„ „ 10 m	Teich, 25 × 7 m	21. „	24,0	150	650	1050	viel	grünlich
61	„ „ 35 m	Teich, 15 × 5 m	21. „	18	100	675	1100	„	leicht trüb
62	„ „ 300 m	Agua verde Seelein, 100×100 m	21. „	23,6	125	150	250	Spur	farblos
63	„ „ 1000 m	Wasserloch	21. „	29	600	225	370	„	leicht trüb
64	„ „ 350 m	Teich, 230 × 30 m	21. „	25,1	100	5550	9100	viel	gelbgrün
65	„ „ 100 m	Teich, 25 × 5 m	21. „	25,6	400	450	750	„	„
66	„ „ 5 m	Teich, 6 × 15 m	21. „	16,0	450	1200	2000	„	„
67	„ „ 5 m	Trinkwasserloch	21. „	21,4	300	400	650	Spur	klar
68	„ „	Teich, 20 × 5 m	21. „	27,0	300	550	900	„	gelbgrün
			Mittelwert	22,71	332	2127	3520		

---

[1]) Die Zahlen bedeuten horizontale Entfernungen zwischen den Wasseraufschlüssen.

Ozean entfernt sind. Auch in andern Gebieten ist ein Zusammenhang zwischen Meeresnähe und Chlorgehalt des Bodens festgestellt worden; so wohl am schönsten an der atlantischen Küste Nordamerikas von Long Island bis Kanada. Der Chlorgehalt nimmt dort landeinwärts regelmässig ab, und die Linien gleichen Chlorgehaltes laufen parallel der Küste.

Das dem Chlorion zugepaarte Metallion ist ohne Zweifel das Natrium; in der folgenden Kolonne der Tabelle ist der aus dem Chlorgehalt sich ergebende Gehalt an Natriumchlorid angegeben. Das Meerwasser enthält im Mittel 3,6 % Gesamtsalz und 2,8 % Kochsalz. Die beiden Proben 42 und 43 weisen einen bedeutend höheren Salzgehalt auf als das Meerwasser.

Die weitere Kolonne gibt einige Angaben über den Sulfat-Gehalt der Wässer und beruht auf den im Felde ausgeführten Fällungsreaktionen mit Bariumchlorid. Die meisten Wässer enthalten nur Spuren von Sulfat, die chlorreichen aber bedeutend mehr. Eine approximative Bestimmung konnte nur in wenigen Fällen durchgeführt werden. War die Fällung mit Bariumchlorid gering, so wurde der Gehalt mit „wenig“, war sie stark, mit „viel“ taxiert. Die sulfatreichsten Wässer finden sich im Unterlauf des Purisimatales, Proben 22—26. Das Wasser des arthesischen Brunnens enthält ca. 2,4 Gramm Kalziumsulfat im Liter und stellt eine gesättigte Gipslösung dar. Der hohe Gipsgehalt dieser Wässer ist durch die anstehende gipsführende Miocänformation bedingt. Es scheint, dass grössere Mengen Alkalisulfate, wie sie in vielen Alkaliböden Oberkaliforniens vorkommen, in Niederkalifornien fehlen.

Farbe, Aussehen und Geschmack der Wässer waren sehr verschieden. Farbloses und reines Trinkwasser lieferten einzig die Quellen von Purisima und Comondu. Die Wässer der meisten Schächte waren durch mechanische Fremdkörper leicht getrübt, einzelne zeigten auch einen sehr schlechten Geschmack. Von ähnlicher Qualität waren auch die Wässer der Bewässerungskanäle von Purisima und Comondu.

Viel unreiner war das Wasser der vielen künstlichen Wasserlöcher, Viehtränken, Tümpel und Teiche. Alle Farbnüancen von Gelb. Grün und Braun mit mehr oder weniger Schwebestoffen waren vertreten. Alle diese Wasserstellen sind die Lebenszentren für unzählige Luft-, Land- und Wasser-Tiere. Von weit her kommen sie, um ihren Durst zu stillen und zu baden, wühlen dabei den alten, faulen Bodenschlamm auf und fügen in Form von Harn und Kot immer wieder neuen Schmutz zum kostbaren und seltenen Lebenselement. Mehrmals mussten auch wir mit solchem Schmutzwasser unsere Mahlzeiten bereiten, weil tagereisenweit kein anderes zu finden war. Merkwürdigerweise ertragen die Eingebornen das Schmutzwasser recht gut und geniessen es oft ungekocht, während bei uns selbst das gekochte Wasser Gesundheitsstörungen verursachte. An den hohen Salzgehalt der Wässer gewöhnte man sich bald und lebte viele Tage lang mit Wässern von 2,8 bis 4,4 ‰ Kochsalz. (Proben 1, 15, 26, 36, 37, 47, 48.) (Siehe Tafel V.)

Verwendung des Wassers zu Trink- und Bewässerungszwecken.

In unverändertem und ungekochtem Zustande dürfen nur Quellwässer von Comondu und Purisima verwendet werden. Die meisten andern Wässer werden an ihren Austrittstellen verschmutzt, liessen sich aber durch richtige Fassung, Klärung, Filtration und chemische Reinigung trinkbar machen. Eine Beseitigung der Alkalisalze ist natürlich ausgeschlossen, also kommt für die Beurteilung nur noch der Salzgehalt in Frage. Stellen wir dabei lediglich auf den Gehalt an Kochsalz ab (eine Vernachlässigung der Sulfate ist der kleinen Menge wegen gerechtfertigt), so ergibt sich folgendes Bild:

60 % der Wasserproben enthalten mehr als 0,5 ‰ Salz
43 „ „ „ „ „ „ 1,0 „ „
22 „ „ „ „ „ „ 2,5 „ „
10 „ „ „ „ „ „ 5 „ „

Kochsalz wird durch unser Geschmacksorgan erst wahrgenommen, wenn der Gehalt der Lösung mehr als 500 Mgr. i. L. beträgt. 40 % der obigen Proben würden somit keinen Salzgeschmack aufweisen, bei 17 % wäre der Salzgeschmack ausgeprägt, doch nicht lästig (0,5 bis 1 ‰ Na Cl), bei 21 % wäre der Salzgeschmack sehr stark, doch zur Not erträglich (1,0—2,5 ‰ Na Cl). Bei 12 % wäre bei einem Salzgehalt von 2,5—5 % der Salzgeschmack auf die Dauer unerträglich und 10 % der Wasserproben wären überhaupt des Salzgehaltes wegen als Trinkwasser ganz unbrauchbar.

Günstiger liegen die Verhältnisse für die künstliche Bewässerung des Landes. Man kann annehmen, dass die Kulturpflanzen einen Salzgehalt von 0,5 % ohne merkliche Schädigung ertragen, somit würden 90 % der untersuchten Wasserproben zur Bewässerung verwendet werden können, unter der Voraussetzung, dass es jedes Jahr einmal regnet und die durch Bewässerung zugeführten Salze wieder aufgelöst und fortgeführt werden. Nach der Aussage der Eingebornen kann es aber auch vorkommen, dass einige Jahre hintereinander kein Regen fällt (die Vegetationsverhältnisse scheinen die Aussagen zu bestätigen). Dann würden sich die Salze im Boden anreichern und die Pflanzen schädigen; es könnten somit nur noch ca. 78 % der Wasserproben ohne Einschränkung zum Bewässern dienen.

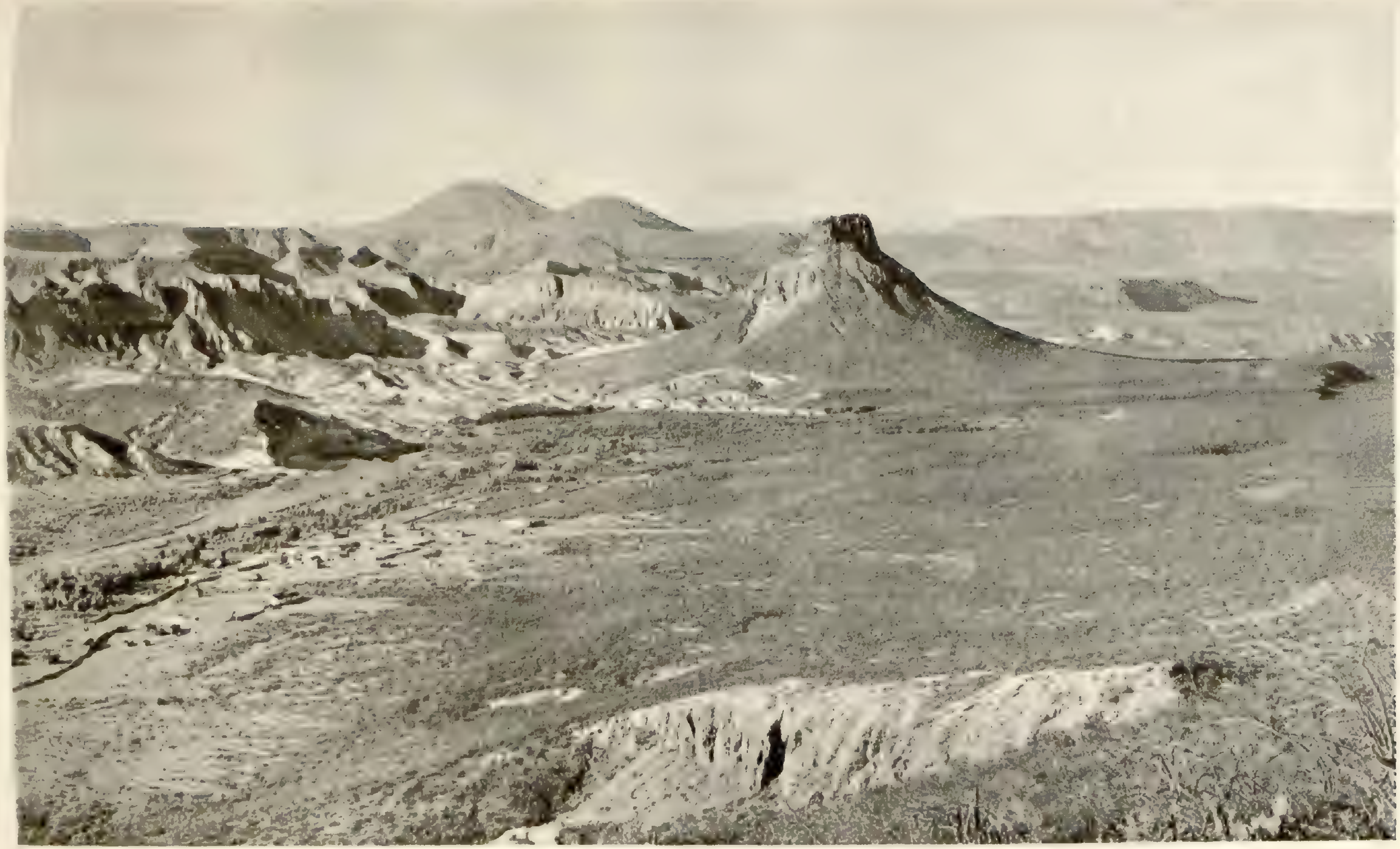
Geologische Verhältnisse der untersuchten Wasseraufschlüsse.

1. Quellen.

Die Wasserproben 30, 31, 32, 34 und 35 sind direkt Quellen entnommen. Quellen sind in diesem Land der Trockenheit und Wüsten eine grosse Seltenheit; sie werden von den Eingebornen Ojos del Agua, Augen des Wassers genannt und bilden immer die Mittelpunkte von Siedelungen. Die 600 m hoch gelegene Quelle am Nordrand der Giganta lieferte nur 2,5 Minutenliter und entspringt einer tonigen Schicht des aus Basalten und tertiären Konglomeraten bestehenden Berges. Die andern Quellen sind bedeutend grösser, 60, 300, 5000 und 10 000 Minutenliter. Das Sammelgebiet dieser Quellen wird heute durch eine ausgedehnte Basaltdecke gebildet, die vielfach von brauner Blocklava und Aschenkegeln überlagert ist. Das Wasser sinkt durch die Klüfte der Lava, trifft unter derselben grobe, unregelmässig gelagerte Konglomerate und wird dann durch mergelige tertiäre Schichten am weiteren Eindringen verhindert. Die grossen Quellen von Comondu und Purisima haben, erstere vor und letztere nach dem Erguss der Hauptlavadecken die beiden Täler in die eocäne Tafellandschaft hineingeschnitten. Die beiden Quellbäche haben die Entstehung der beiden einige hundert Jahre alten Oasendörfer Purisima und Comondu mit 600—1000 Einwohnern veranlasst. Das Wasser dient zur Bewässerung der Kulturen und wird von diesen vollständig aufgeschluckt. Die wichtigsten Kulturen sind Weinreben, Dattelpalmen, Feigen, Orangen, Zitronen, Granatäpfel, Oliven, Zuckerrohr, Mais, Weizen, Erbsen, Bohnen, Bananen und Sojabohnen. Sie bedecken in beiden Oasen je ca. 0,5 Quadratkilometer Fläche. (Vgl. Taf. V.)

2. Die Wasseraufschlüsse in den Talläufen.

Weitaus die meisten der obigen 68 Wasserproben konnten den Wasserlöchern, Tümpeln oder Teichen der Talläufe entnommen werden. Die Proben No. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 38, 39, 40, 41, 42, 43 stammen aus dem Tal des Arroyo Soledad in der Nähe der Matancita Ranch. Sechs Wasseraufschlüsse wurden künstlich erzeugt durch Graben von zwei bis vier Meter tiefen Löchern, die übrigen sind natürliche Tümpel und Pfützen von verschiedenen Dimensionen. Das Gesteinsmaterial des Flussbettes besteht aus weissem Sand von verschiedener Korngrösse



Arn. Heim, phot. 1. Mai 1915, 5 h p. m.

La Purisma.

Oasendorf mit ca. 600 Einwohnern und 0,5 km² bewässertem Kulturland. In der Mitte der aus der Lavahochfläche herausmodellierte Berg Pilón, im Hintergrund die beiden aufgeschütteten Vulkankegel Los Cerritos (s. Text Seite 128).

und vereinzelten grösseren Geröllen. Die 13 Aufschlüsse liegen auf einer Strecke von wenigen Kilometern; man sollte also eine gleichmässige chemische Beschaffenheit des Wassers erwarten. Gerade das Gegenteil ist der Fall; die Gehaltszahlen der Proben zeigen die denkbar grössten Differenzen. Schon die Alkalinität schwankt von 100 bis 350, noch weit grösser sind die Schwankungen des Chlor- oder Natriumchloridgehaltes. Die chlorärmste Probe dieser Serie enthält 50, die chlorreichste sogar 42 500 Milligramm Chlor. Diese grossen Differenzen der Wasserproben aus einem und demselben Tallauf beweisen, dass kein Grundwasserstrom vorhanden sein kann, sondern dass es sich nur um mehr oder weniger grosse, stagnierende Wasservorräte handelt. Die Entnahmestellen der Proben 4, 5 und 6 sind nur etwa 50 resp. 15 m auseinander; die drei Proben besitzen ein sehr ähnliches Wasser, das einen grösseren Grundwasservorrat repräsentiert, aus dem früher vermittelst Dampfmaschine und Kolbenpumpe angeblich 24 bis 80 Kubikmeter pro Tag gepumpt wurden, wobei der Wasserspiegel sich nur um ca. 90 cm senkte. Dieses Wasser diente zur Tränkung von ca. 1500 Stück Vieh und zur Bewässerung von acht Hektaren Kulturland.

Die Proben Nr. 39 bis 43 sind im Unterlauf in der Nähe des Meeres aus Löchern und Tümpeln genommen. Die grossen Gehaltsdifferenzen dieser fünf Wässer sind überraschend. Es ist möglich, dass die beiden untersten, No. 42 und 43, bei Hochfluten mit dem nahen Meere in Verbindung treten, doch ist das für den 2 km weiter talaufwärts gelegenen Teich nicht mehr der Fall. Wenn ein Grundwasserstrom vorhanden wäre, so müsste er gerade hier in der Küstennähe sich bemerkbar machen; statt Wasserverdünnung und Ausgleichung haben wir hier Salzkonzentration in verschiedenen Stadien. Die Proben 3 und 40 sind demselben Wasserloch in einem Zeitabstand von 29 heissen Tagen entnommen. Die Härte des Wassers ist gleich geblieben, der Salzgehalt hat 350 Mgr. zugenommen.

Ganz ähnlich liegen die Wasserverhältnisse im Unterlauf eines zweiten für Niederkalifornien typischen Flusses, im Bett des Arroyo Salada. Die 19 Proben, 49 bis 68, sind Wasseraufschlüssen der untern 15 km des Flussbettes entnommen, teils künstlichen Wasserlöchern, teils Tümpeln oder Teichen. Eine Vergleichung der Gehaltszahlen gibt dasselbe Bild wie am Arroyo Soledad. Die Alkalinität schwankt diesmal von 100 bis 600, der Chlorgehalt von 50 bis 5550 Milligramm. Die 19 Proben zeigen nicht weniger als 15 verschiedene Chlorgehaltszahlen. Trotzdem das Flussbett auch hier aus Sanden und feinem Kies besteht, ist zwischen den meisten Wasseraufschlüssen kein direkter Zusammenhang. Das Vorhandensein eines Grundwasserstromes ist ganz ausgeschlossen; es handelt sich auch hier wieder um einzelne mehr oder weniger stagnierende Grundwassertümpel. Wässer, die nur einige hundert Meter auseinander liegen, weisen die grössten Salzdifferenzen auf. Zwischen der Lage des Wasseraufschlusses, der Grösse der Wasserfläche und dem Salzgehalt fehlt jeder sichtbare Zusammenhang. Eine Erklärung dieser merkwürdigen Verhältnisse soll weiter unten gegeben werden.

3. Die Wasserschächte ausserhalb der Talläufe.

Die wichtigsten Daten ihrer Wässer seien in einer Tabelle extra zusammengestellt:

Nr.	Schachttiefe in m	Temp. Cels.	Alkalinität Mgr. $CaCO_3$	Chlorgehalt Mgr. Cl.
7	17	25	300	250
10	13	24,3	350	700
11	16	23	300	150
15	12	21,8	300	2500
16	12	21,5	250	900
44	17,4	19,6	500	300
45	22	19	350	200
46	16	19,7	400	1175
47	15,6	16,6	450	1500
48	14	—	250	1600
49	19,7	—	400	450
50	10,5	—	375	775
51	12	—	350	3750
52	9	—	500	825

Die Schächte liegen alle im Flachlande hinter der Magdalena-Bay, teils in der 5 bis 25 km breiten Zone der Medanos, teils in der noch breiteren Zone der Llanos. Die „Médanos“, Sandhügel, sind 0,2—2 km lang, 50—500 m breit und 5—30 m hoch. Zwischen den vielen Sandhügeln liegen tonreichere abflusslose Mulden. Offenbar handelt es sich hier um altes, durch Wasser- und Luft-Erosion verändertes Dünengebiet. Die „Llanos“ oder Ebenen sind hinter den Medanos gelegene flache, eigenartige Depressionen mit guten tonreichen Böden, in denen das Wasser nach starken Regen noch einige Zeit liegen bleibt; die grösste ist die Big Meadow oder Llano de Hiray mit ca. 100 km². Die meisten Schächte von ca. 1 m² Querschnitt, mit Holz aus Kaktusstämmen ausgekleidet, bilden die Zentren der Hofsiedlungen. Das Wasser wird in Ledereimern von Eseln emporgezogen und in Lehmgruben den Tieren zur Verfügung gestellt oder zur Bewässerung der seltenen kleinen Gärten verwendet.

Wieder fällt die grosse Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung der Wässer auf. Das salzreichste Wasser enthält an Mineralstoffen mehr als das zwanzigfache des salzärmsten. Nach Aussagen der Eingeborenen soll im ganzen Gebiet Grundwasser vorkommen, das an der Oberfläche süss, weiter unten salzig sei.

4. Einzelfälle von besonders merkwürdigen Wasservorkommnissen. (Siehe Tafel V.)

A. Am Ostrande der Medanoszone liegen in alten, trockenen Flussbetten zwei Teiche von 150—200 m Länge und 20 m Breite, Agua Leon und Poza Grande, deren Wasser durch Schmutz dunkelbraun gefärbt ist. In unmittelbarer Nähe, kaum 1—3 m vom Teichufer entfernt, findet sich in kleinen Löchern reines Wasser, das den Ansiedlern zum Trinken dient. Die Analyse ergab:

	Temperatur	Alkalinität Mgr.	Chlor Mgr.
Trinkwasser Agua Leon	21,7	200	150
Teichwasser „ „	27,2	500	400
Trinkwasser Poza Grande	20,7	275	100
Teichwasser „ „	23,0	800	1500

Das Niveau steht in den Trinkwasserlöchern ca. 10 bis 20 cm höher als im Teich, dennoch findet kein sichtbares Überfliessen statt.

B. Süsswasser auf vegetationslosen, vom Meerwasser umspülten und durchsetzten Dünen der Santa Maria-Bay und an der Lagune.

Nach Aussage der Inlandbewohner findet sich überall auf der Düne über dem Salzwasser gebrauchsfähiges Süsswasser. An zwei verschiedenen Stellen wurden je zwei Löcher in die Dünen geschaufelt und Wasserproben erhoben. Die Analysen ergaben:

	Temperatur	Alkalinität	Chlor
Düne Santa Maria Bay, altes Loch	23,4	450	1700
„ „ „ „ neues Loch	23,4	750	850
Düne an der Lagune, Loch auf Ozeanseite	21,3	250	2500
bei Soledad Mündung „ „ Lagunenseite	21,3	225	1500

Die Aussagen waren somit bestätigt. Dieses Süsswasservorkommen in einem so trockenen Lande auf einer ca. 1000 m breiten und nur wenige Meter hohen, kahlen Düne, die auf beiden Seiten vom Meerwasser bespült wird, ist sehr überraschend. Das Loch, aus dem die vierte Probe erhoben wurde, lag nur 5 m vom Meerwasser weg; das Niveau des Süsswassers lag damals zur Flutzeit 25 cm unter dem Meerniveau. Auch hier nimmt der Salzgehalt mit der Tiefe rasch zu, sodass man aus einem Loch nur wenige Hektoliter brauchbaren Wassers schöpfen kann. Es schwimmt somit auf dem Salzwasser der Düne überall eine dünne Süsswasserschicht, die wohl nicht allein vom Regen gespiesen wird, denn die mittlere Regenmenge beträgt kaum über 10 cm und es regnet nicht jedes Jahr. Es handelt sich hier ohne Zweifel um Kondensationswasser. In der Nähe der Küste ist die Luft kühl, feucht, bildet viel Nebel und Tau, benetzt alle Gegenstände, während sie einige km vom Ufer entfernt sehr trocken ist. Der feine Dünensand verhindert einerseits die Diffusion mit dem untern schweren Salzwasser und anderseits die Verdampfung.

Erklärung der abnormen Verschiedenartigkeit der Wässer im untersuchten Gebiete.

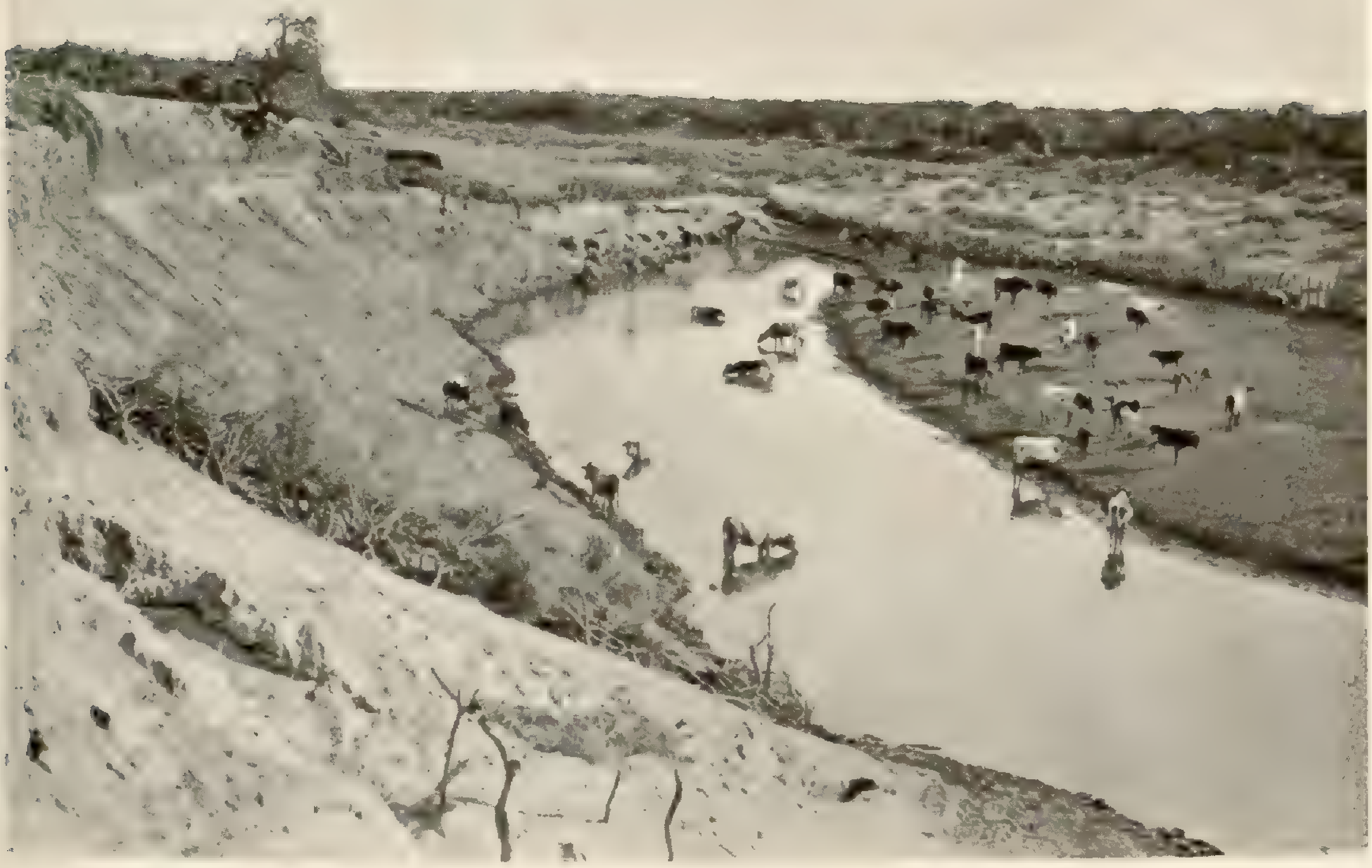
Am auffallendsten unter den mitgeteilten hydrologischen Verhältnissen ist ohne Zweifel die chemische Verschiedenartigkeit des Wassers. Wie ist es erklärlich, dass auf so kleinem Raume bei ähnlichen Bodenverhältnissen so verschiedene Wässer vorkommen?

Wie kommt es, dass die in einem trockenen Flussbette nahe beisammenliegenden Grundwässer und Tümpel in ihrer Zusammensetzung so sehr differieren und dass zwischen Chemismus, Lage und Grösse der Gewässer gar kein gesetzmässiger Zusammenhang besteht?

1. Am nächsten liegt die Annahme, die einzelnen Wässer seien verschieden weit fortgeschrittene Eindampfungsstadien ursprünglich ähnlicher Bodenwässer. Gegen diese Annahme sprechen mehrere Tatsachen, so die grosse Verschiedenartigkeit der Wässer in den Schächten, wo die Verdunstung keine Rolle spielt, der fehlende Zusammenhang zwischen Grösse und Salzgehalt der Teiche, die Salzarmut einzelner, bald eingetrockneter Tümpel (No. 54, 55, 57, 59 des Arroyo Salada) und der sehr hohe Salzreichtum einzelner grosser Teiche (No. 39, 43 des Arroyo Soledad und No. 64 und 66 des Arroyo Salada).

2. Man könnte ferner annehmen, der primäre Salzgehalt des Bodens sei sehr verschieden, es werden durch die Flüsse und die Wasserschächte sehr verschiedene Bodenschichten angeschnitten, die an das Wasser verschiedene Salzmengen abgeben. Demgegenüber ist einzuwenden, dass die oberen Bodenformationen ausserordentlich gleichmässig sind. Am steilen Seitenufer des Teiches No. 64 konnte ich feststellen, dass der Salzgehalt des Bodens an der Oberfläche am grössten ist und nach dem Innern rasch abnimmt. Das Wasser hat also an den Boden das Salz abgegeben, nicht umgekehrt.

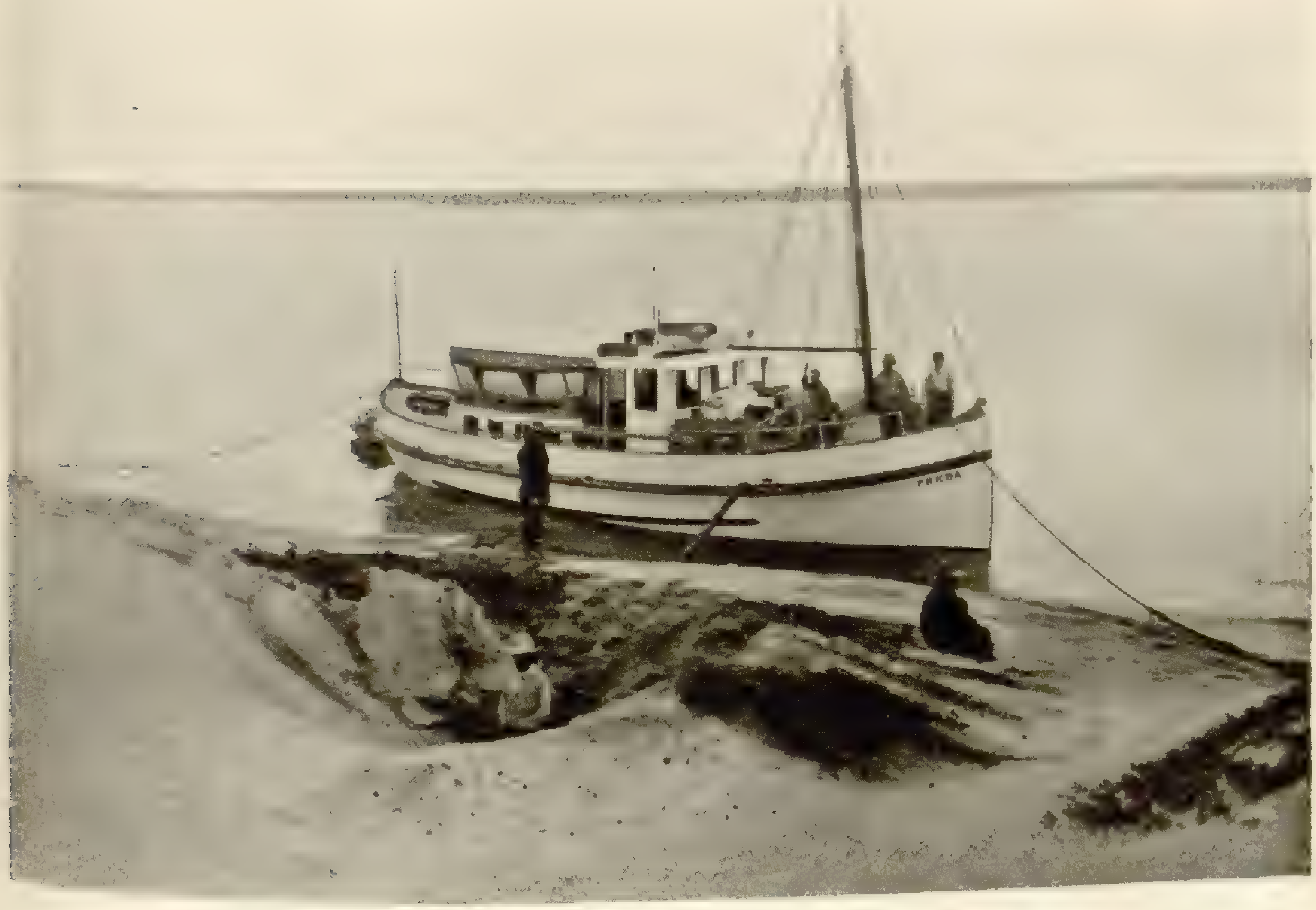
3. Am besten können die beobachteten Verhältnisse erklärt werden durch die Annahme, dass die auf den frischen Dünen der Lagune und Santa Maria-Bay beobachtete Überlagerung des Süss-



Phot. Arn. Heim, 23. April 1915 7^{30} a. m.

Fig. 1. Agua del Leon.

Tümpel im ausgetrockneten Schlammsand-Flussbett des Arroyo Santo Domingo; ein wichtiges Lebenszentrum. Wasserprobe Nr. 13.



Phot. E. Kluth, 13. Mai 1915.

Fig. 2. Künstliches Wasserloch im Dünensand an der Lagune nördl. d. Mündung des Arroyo Soledad, nahe gegenüber dem pazifischen Ozean. Wasserprobe Nr. 36.

wassers auf dem Meerwasser auch im ganzen untersuchten Flachland vorhanden sei. Durch Untersuchungen in andern Küsten- und Dünengebieten, so besonders in Norddeutschland und Holland wurde konstatiert, dass unter dem süssen Hydrometeorwasser immer Meerwasser liegt, dessen Oberfläche nicht eine Ebene, sondern eine unregelmässig gekrümmte Fläche ist. Die Form der Grenzfläche ist durch die hydrostatischen Verhältnisse und diese wieder hauptsächlich durch die Porosität des Bodenmaterials bedingt. In einem Dünengebiet steigt die Grundwasserfläche unter den Dünenwällen an, sinkt unter den Dünentälern. Lamit hydrostatisches Gleichgewicht besteht, muss dann die Grenzfläche Süsswasser-Salzwasser unter den Wällen nach unten, unter den Tälern konvex nach oben verschoben sein. Solche Verhältnisse sind tatsächlich auf der ostfriesischen Insel Norderney beobachtet worden (vgl. Keilhack, Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde, S. 151 f.), wo einer Erhöhung des Grundwasserspiegels um 1,5 m über das Meeresniveau eine Depression der Salzwassergrenze um 50 bis 60 m unter den Meeresspiegel entpricht.

Gegen die Annahme, dass im Untergrunde des Flachlandes hinter der Magdalena-Bay Meerwasser vorhanden sei, lässt sich nichts einwenden. Die in der Medanoszone und auch auf viel höheren Gebieten häufig zu findenden rezenten Muscheln beweisen, dass das Land in Hebung begriffen ist, also war das Flachland vor nicht gar langer Zeit Meer. Die Medanoszone war einst Dünenlandschaft, die Zone der Llanos Lagunengebiet (entsprechend der heutigen Dünen- und Lagunenzone). Die grossen Lagunen wurden seit dem Rückzug des Meeres mit feinem Schlamm und Sandmaterial aufgefüllt, sind aber heute noch wie die Medanoszone im Untergrunde mit Salzwasser durchsetzt. Auf diesem Salzwasser ruht eine mehr oder weniger dicke Süsswasserschicht. Die spärlichen Winterregen werden vollständig, die seltenen tropischen Regen zum Teil vom Boden aufgenommen. Die schweren Bodenpartien sättigen sich bald mit Wasser, der Ton quillt auf und lässt weiteres Wasser nicht mehr einsickern; dieses fliesst den sandigen Bodenpartien zu, sickert dort ein oder wendet sich den Depressionen oder Flüssen zu. Das einsickernde Wasser sinkt bis auf das Salzwasser und bleibt dort liegen, weil eine Diffusion im Sandboden sehr erschwert ist. Bei starkem Süsswasserandrang in gut durchlässigem Boden wird die Salzwasseroberfläche nach unten gedrückt, hebt sich dafür im tonreichen Boden, wo wenig Süsswasser zutritt. In sandigen oder gar kiesigen Böden wird somit eine viel dickere Süsswasserschicht sein als im schweren tonigen. Ein Schacht im Innern einer sandigen Bodenpartie wird viel süsses Wasser liefern.

ein solcher in schwer durchlässigen wenig und salziges Wasser im selben Niveau.

Wird die Grenzzone Salz-Süsswasser von einem Fluss durchschnitten, so wird die Flussohle bald in der Salzwasser-, bald in der Süsswasserzone liegen. Die beim Eintrocknen des Flusses in den tiefsten Stellen des Flussbettes bleibenden Tümpel stehen bald mit dem Salzwasser des Untergrundes, bald mit bedeutenden Süsswasservorräten in Verbindung, je nach der Porosität des Gesteines. Der grösste von uns beobachtete Süsswasservorrat ist das Seelein der Agua verde (No. 62), das auf der Nordostseite durch unterirdische Quellen, die aus konglomeratischen Schichten fliessen, gespiesen wird und keine Anzeichen einer Niveauabsenkung aufweist. Ohne Zweifel macht die Salzwassergrenze unter diesem Süsswasserbecken eine starke Depression nach unten, deshalb bleibt das Wasser des Seeleins immer salzarm. Das Gegenstück bildet der fast ebensogrosse langgestreckte Teich No. 64, der nur ca. 1,3 km unterhalb im selben Talboden liegt. Auf dem steilen Südostufer des Teiches ist ein schwerdurchlässiger, tertiärer Sandstein anstehend, der ohnehin wenig Süsswasser aufnehmen kann. Das Süsswasserquantum und somit der hydrostatische Druck des Süsswassers ist also hier klein, es muss das Meerwasser höher steigen und den Teich versalzen.

Durch die Annahme einer im ganzen Gebiet des Tieflandes vorhandenen Salzwasserunterlage mit welliger Oberfläche, die überlagert ist von einer verschieden dicken Süsswasserschicht, können alle die merkwürdigen Wasserhältnisse des von uns untersuchten Gebietes erklärt werden.

Wichtigste Resultate der Wasseruntersuchungen.

1. Die in der Bergregion entspringenden Quellen sind von den Oasendörfern Purisima und Comondu vollauf ausgenützt zur Bewässerung der dort vorhandenen Kulturen.
2. Grundwasserströme existieren in den Talläufen nicht.
3. Das an vielen Orten gefundene Grundwasser stammt aus einer stagnierenden, wenig dicken und unregelmässigen Süsswasserschicht, die offenbar auf einer Salzwasserunterlage ruht.
4. Es kann sein, dass an einzelnen Stellen, wo grobe ausgedehnte Sande oder gar Konglomerate im Boden vorkommen, die Grundwassermasse beträchtliche Dimensionen annimmt, so z. B. bei Agua verde und Matancita. Da aber alle in der Ebene angetroffenen

Wasseransammlungen, auch die beiden eben genannten abflusslos sind, sollte durch ein systematisches Abpumpen die Grösse dieser Vorräte zuerst ermittelt werden.

5. Da die Niederschläge im Mittel 10 bis 20 cm per Jahr nicht übersteigen dürften und das meiste Wasser der heftigen tropischen Regen oberflächlich abfliesst, die Kulturpflanzen aber zum Gedeihen in der heisstrockenen, bewegten Luft mindestens 1 bis 1,5 m Wasser pro Jahr brauchen, so würden die jetzt vorhandenen Wasservorräte wahrscheinlich bald aufgezehrt sein und könnten sich bei kontinuierlicher Kultur nicht mehr regenerieren.
6. Auch im günstigsten Falle könnte auf die Dauer nur ein ganz kleiner Teil des im Lande vorhandenen guten Bodens künstlich bewässert werden.
7. Das im Wasser vorhandene Salz ist zur Hauptsache Natriumchlorid und stammt aus dem Meere und wurde dem Lande entweder durch die Luft zugeführt oder ist ein Relikt des früher ausgedehnteren Meeres. Ausgesprochene Alkaliböden kommen nicht vor. Die Eignung des Wassers zu Trink- und Bewässerungszwecken wurde schon oben auf Seite 127 erläutert.

Über die Ursachen der geologischen Epochen.

Von

L. Zehnder (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 5. September 1918.)

Aus den übereinanderliegenden geologischen Schichten ist der Schluss gezogen worden, dass unsere Erde im Laufe unermesslicher Zeiten sehr verschiedenen Daseinsbedingungen unterworfen war. Eiszeiten sind auf ihr entstanden, und zwischen den Eiszeiten hat es heisse Perioden mit Sintfluten gegeben. Durch derartige mächtige Umwälzungen auf der Erdoberfläche sind vermöge der damit verbundenen Klimaänderungen viele Lebewesen gezwungen worden, auszuwandern, wenn es ihnen nicht gelang, sich den neuen Daseinsbedingungen anzupassen.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass die genannten geologischen Umwälzungen in inneren Vorgängen unserer Erdkugel — etwa in mächtigen Einbrüchen der Erdkruste, durch einen von aussen einstürzenden, verhältnismässig grossen Weltkörper, oder in gewaltigen chemischen oder radioaktiven Wirkungen — ihre Ursachen haben und entsprechend grossartige Vorgänge, die nur in unserem Sonnensystem abgelaufen sind, — etwa Einstürze früher noch dagewesener Planeten in die Sonne — möchte ich dafür im wesentlichen auch nicht verantwortlich machen. Vielmehr glaube ich, aus den neueren astronomischen Forschungen müsse namentlich auf Einwirkungen geschlossen werden, die ausserhalb unseres Sonnensystems liegen.

Unsere Sonne bewegt sich mit einer Eigengeschwindigkeit von etwa 20 km in der Sekunde durch das Weltall hindurch. Nun ist der unserer Sonne am nächsten befindliche Stern α Centauri etwa 4,3 Lichtjahre von ihr entfernt. Ferner hat unser ganzes Sternsystem nach v. Seeligers Forschungen [1] endliche Dimensionen, die von ihm im Mittel auf etwa 9000 Lichtjahre abgeschätzt worden sind. Würde sich also unsere Sonne mit der genannten Eigengeschwindigkeit gegen den Stern α Centauri bewegen, so hätte sie ihn in 4,3.300 000/20 = 64 500 Jahren erreicht und unser ganzes Sternensystem würde sie bei gleichbleibender Richtung und Eigengeschwindigkeit in 135 Millionen Jahren durchmessen. Nähme dagegen ihre Eigengeschwindigkeit bei ihrer Bewegung von der Mitte unseres Sternsystems, wo sie sich jetzt ungefähr befinden soll, nach aussen gleichmässig bis auf Null ab, so würde sie sich im gleichen Zeitraum (135 Mill. Jahre) von der genannten Mitte bis zu den äussersten wahrnehmbaren Sternen bewegen. In der Tat muss durch Gravitationswirkungen, die alle anderen Sonnen und alle übrigen kosmischen Massen des Sternsystems auf unsere Sonne ausüben, ihre Eigengeschwindigkeit verzögert werden, wenn sie sich vom Sternsystemzentrum nach aussen bewegt, sie muss beschleunigt werden, wenn sie gegen dieses Zentrum gezogen wird.

---

[1] Newcomb, Astronomie, 4. Aufl., Leipzig 1911, S. 642.

Nun kann sich aber unsere Sonne nicht dauernd geradlinig fortbewegen. Wenn nämlich Gravitationswirkungen die Ursache ihrer Bewegung sind, so müssen ja die ihr am nächsten befindlichen Sterne die grösste Wirkung auf sie haben. Stände unsere Sonne lange Zeit nur unter dem Einfluss eines einzigen, ihr am nächsten benachbarten Sternes, so müsste sie um ihn bezw. um den, beiden Weltkörpern gemeinsamen Schwerpunkt einen Kegelschnitt (Ellipse, Parabel, Hyperbel) beschreiben. Sicher ist also die Sonnenbahn eine gekrümmte Kurve, wahrscheinlich wird sich die Sonne in Jahrmillionen weithin durch das Sternsystem hindurchschlängeln. Kommt sie dabei den ihr jeweils am nächsten benachbarten Sternen, die ja auch alle, ähnlich wie sie, ihre Eigenbewegungen haben, nur wenig nahe, so wird ihre Bewegungsrichtung durch diese Nachbarsterne nur wenig geändert; kommt sie ihnen aber sehr nahe, so kann sie in beträchtlich andere Richtungen abgelenkt werden, um so mehr, je näher sie an denselben vorbeifährt und je grösser deren Massen sind. So könnten vielleicht Milliarden oder gar Billionen von Jahren verstreichen, bis unsere Sonne einmal zufällig gerade den äussersten Rand des ganzen Sternsystems erreichte.

Wenn unser Sternsystem endlich begrenzt ist, wenn es durch die Gravitationskräfte seiner eigenen Bestandteile aufeinander zusammengehalten wird, so müssen wir folgern, dass sich die grössten Massenansammlungen, teils als Sterne, teils als kosmische Nebel, als fein verteilte kosmische Meteoritenmassen, in der Nähe seines Zentrums befinden, dass an der Grenze des Sternsystems relativ nur noch spärliche Massen vorhanden sind. In Zeiträumen also, in denen sich unsere Sonne dem Sternsystemzentrum nahe befindet, wird sie mächtige kosmische Massen, Meteorite in ungeheurer Zahl zu sich heran und in sich hereinziehen; sie wird dadurch Energie genug aufnehmen, um entsprechend intensive Strahlungen verausgaben zu können. Der besonders grossen Sonnenstrahlung entsprechend wird unsere Erde in dieser Weltlage eine besonders grosse Wärmezufuhr erhalten, sie wird eine besonders heisse Periode durchmachen. In andern Zeiträumen aber, in denen sich unsere Sonne der Sternsystemgrenze nahe befindet, in denen sie wenig, zuletzt wohl fast gar keine kosmischen Massen mehr in sich hereinzuziehen vermag, wird sie sich abkühlen; sie kann sogar erkalten, jede Strahlung verlieren, und entsprechend wird auch unsere Erde eine Kälteperiode durchzumachen haben.

Indessen ist, wie bemerkt, die Wahrscheinlichkeit des Eintretens namentlich dieser letztgenannten Kälteperiode ausserordentlich gering. Viel wahrscheinlicher ist das Hindurchfahren unserer Sonne, wie überhaupt irgend eines anderen Sterns oder Weltkörpers, durch einen der zahlreich vorhandenen kosmischen Nebel hindurch. Denn solcher kosmischen Nebel gibt es, wie durch die photographischen Durchmusterungen des ganzen Himmels (l. c. S. 495 ff.) festgestellt worden ist, eine ungeheure Anzahl, fast an jeder Stelle des Himmels hat man mehr oder weniger umfangreiche kosmische Nebel gefunden. Wenn daher unsere Sonne bei ihrem Sichhindurchschlängeln zwischen den andern Sternen einen solchen kosmischen Nebel durchzieht, so müssen entsprechende Veränderungen auf ihr und auf den sie begleitenden Planeten eintreten. Allerdings wissen wir nicht, woraus die kosmischen Nebel bestehen. Vielfach werden sie als schwach (etwa elektrisch) leuchtende, sehr verdünnte Gasmassen aufgefasst. Welches aber auch ihre Beschaffenheit sein mag, sicher werden solche Nebel die Strahlung der Sonne irgendwie beeinflussen, sei es durch Verstärkung, sei es, etwa vermöge der Absorption, durch Schwächung derselben. Bedenken wir, welche Ausdehnung die meisten kosmischen Nebel haben, die zu unserer Wahrnehmung gelangen, Ausdehnungen, die der Grössenordnung nach Hunderttausende von Jahren für das Hindurchfahren unserer Sonne durch den ganzen Nebel erfordern, so begreifen wir leicht, dass z. B. solche Absorptionswirkungen, wenn sie auch nur schwach wirkten, doch im Verlaufe so ungeheurer Zeiträume die Strahlung unserer Sonne und damit das irdische Klima ausserordentlich stark beeinflussen könnten.

Nach meiner Auffassung sind aber die kosmischen Nebel nicht etwa leuchtende stark verdünnte Gasmassen, die ihr Leuchten nur zu bald verlieren müssten, vermöge ihrer Lichtstrahlung, sondern sie sind Wolken kosmischen Staubs, Meteoritenwolken[1]), welche sich in grosser Zahl im ganzen Sternsystem befinden, welche dieses mit gewissen Eigengeschwindigkeiten als Meteoritentriften durchziehen, ohne uns aber im allgemeinen sichtbar zu sein. Sie verdecken auch nicht die hinter ihnen befindlichen Sterne, weil ihre Meteorite viel zu klein sind, viel zu grosse Abstände von einander haben und sich viel zu schnell bewegen. Nur dann können sie uns sichtbar werden, wenn sie von einem sehr nahen hellen Stern genügend beleuchtet werden, oder wenn sie sehr erhitzt werden, dass sie selbst leuchten. Aber derartig erhitzte Meteorite haben ihre Strahlung auch sehr bald verausgabt, dann kehren sie wieder in ihren nichtstrahlenden Zustand zurück, sie werden wieder unsichtbar.

---

[1]) L. Zehnder, Ewiger Kreislauf des Weltalls, Braunschweig 1914, S. 310.

Solcher unsichtbarer kosmischer Nebel, Meteoritentriften, gibt es nun in unserem Sternsystem eine ungeheure Anzahl. Jede Trift hat, wie jeder Stern, ihre bestimmte Eigengeschwindigkeit, mit der sie sich durch das Sternsystem hindurchbewegt, aber diese Geschwindigkeit und die Bewegungsrichtung sind im allgemeinen für jede Trift verschieden. Bewegen sich nun an einer Stelle des Weltraums zwei solche Meteoritentriften durcheinander hindurch, indem sie diese Stelle in wesentlich verschiedenen, teilweise in entgegengesetzten Richtungen durchfliegen, so stürzen dort zahlreiche Meteorite der beiden Triften zusammen. Dadurch werden sie für uns erst sichtbar.

Kometen, die unserer Sonne sehr nahe kommen, können bis auf Eigengeschwindigkeiten von etwa 600 km gebracht werden. Meteorite, die in unsere Erde stürzen, haben stets viel kleinere Geschwindigkeiten, immerhin noch solche von über 50 km in der Sekunde. Daneben erscheint die Eigengeschwindigkeit der Sonne selber, etwa 20 km, schon ziemlich klein. Stürzen aber, beim Hindurchfahren von Meteoritentriften durcheinander, die Meteorite auch nur mit Geschwindigkeiten von einigen 20 bis 50 km aufeinander, so erhitzen sie sich dabei doch — der mechanischen Wärmetheorie zufolge — gegenseitig bis zur hellsten Glut. Gase, die in ihnen okkludiert waren, werden frei, bilden Gashüllen um sie, brennbare Gase werden entzündet. Jedes Paar ineinander gestürzter Meteorite der beiden Triften strahlt also während einer gewissen, wenn auch nicht grossen Zeitdauer teils ein kontinuierliches Spektrum, teils ein Gasspektrum (Linien- oder Bandenspektrum) aus, teils wirkt es auf Licht anderer Meteoritenpaare, von dem seine Gashülle durchsetzt wird, absorbierend ein. So haben wir von verschiedenen ineinandergestürzten Meteoritenpaaren verschiedene Strahlungen zu erwarten. Jede solche Strahlung ist an sich nur von ziemlich beschränkter Zeitdauer, aber

Millionen, vielleicht Billionen von Meteoritenpaaren stürzen bei ausgedehnten Nebeln jeden Augenblick zusammen und Hunderttausende von Jahren mögen verstreichen, bis die grössten in unserem Sternsystem vorhandenen Meteoritentriften vollständig durcheinander hindurchgefahren sind. Dabei werden natürlich nur solche Meteoritenpaare besonders helleuchtend, die aus beiden Meteoritentriften stammen, mit andern Worten: die kleinere Trift bildet sich, soweit sie die grössere Trift durchsetzt, gewissermassen in ihr ab; nur so weit wird sie leuchtend. Würde also z. B. ein spiralförmig gebautes Meteoritensystem durch eine viel grössere Meteoritentrift sehr gleichmässiger Meteoritenverteilung hindurchfahren, so würde nur das Spiralsystem zum Leuchten gebracht, wir würden einen Spiralnebel sehen.

Fährt nun unsere Sonne bei ihrer Wanderung im Sternsystem durch eine solche unsichtbare oder sichtbare Meteoritentrift, durch einen kosmischen Nebel hindurch, so zieht sie in entsprechend verstärktem Masse kosmische Massen an sich heran, sie erhitzt sich durch die unmittelbar in sie hineingestürzten Meteorite, sie verdampft mindestens einen Teil der Massen der Meteorite, die nahe genug um sie herumfahren, die sich nachher in abgelenkten Richtungen wieder von ihr entfernen. So ändert sich also die Strahlung der Sonne durch Zeiträume hindurch, die nach tausenden, ja nach hunderttausenden von Jahren zählen können, je nach der Grösse der durchsetzten Meteoritentriften. Zu gewissen Zeiten während dieses Hindurchfahrens wird die Sonnenstrahlung verstärkt sein, sofern ihre Oberfläche durch die hineingestürzten Meteorite stärker erhitzt worden ist und eine Absorption nicht wesentlich schwächend wirkt; zu andern Zeiten wird aber die Wirkung der Absorption überwiegen. Hierdurch sind also die wechselnden Bedingungen gegeben, die, eingeschoben in die langdauernden Perioden langsamer stetiger Veränderungen unseres ganzen Sonnensystems, zu den grossen geologischen Umwälzungen geführt haben, wie sie als Eiszeiten und Sintfluten ihre Wirkungen auf die Erdoberfläche und auf alle Lebewesen ausgeübt haben. Jedes Hindurchfahren unserer Sonne durch eine mächtige Meteoritentrift hindurch verändert ausserdem dauernd ihre Masse, die Umlaufzeiten ihrer Begleiter und erhöht ihren Energieinhalt, so dass sie wieder Jahrtausende oder Jahrmillionen eine fast gleichbleibende Strahlung auszusenden vermag.

Entwurf einer Übersicht der Erdöllagerstätten.

Von

ERNST BLUMER (Zürich-Zollikon).

(Als Manuskript eingegangen am 27. September 1918.)

> „Jedes Erforschte ist nur eine Stufe zu etwas Höherem in dem verhängnisvollen Lauf der Dinge."
>
> Alex. v. Humboldt.

Das Erdöl, dieses schwankende Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe, dessen Ausbeute diejenige fast aller anderen Bergbauprodukte überflügelt hat und zurzeit an Wert nur noch von Kohle und Eisen übertroffen wird, hat sich im Lauf der letzten fünf Jahrzehnte als ein Naturkörper von ungeahnt universeller Verbreitung erwiesen. Selbst in den Kometen, Meteoriten und manchen Fixsternen und in geringer Menge in verschiedenen vulkanischen Aushauchungen sind Kohlenwasserstoffe nachgewiesen, wie auch in Erstarrungsgesteinen in seltenen Fällen vereinzelte Öltröpfchen aufgefunden worden. Die grossen und reichen Ölvorkommen der Erdrinde, die eigentlichen, ausbeutbaren Erdöllagerstätten sind indessen, wiewohl ebenfalls über die ganze Erde verbreitet, doch so gut wie ausnahmslos auf Sedimentgesteine beschränkt. Einzig in Placerita Canyon im südlichen Kalifornien, 30 km nördlich Los Angeles, in der Santa Clara Valley, haben einmal vorübergehend ein paar Bohrungen einige Fass Öl aus kristallinen Schiefern gewonnen. Eldridge und Arnold, die diese Gegend beschrieben haben[1], nehmen gewiss mit Recht an, dass dieses Erdöl aus dem anstossenden, in ganz Kalifornien so ölreichen Tertiär stamme und nun bloss auf sekundärer Lagerstätte in den Fugen und Klüften des kristallinen Schiefers auftrete. Aber immerhin sind hier tatsächlich ein paar Fass Erdöl aus gneissähnlichen Gesteinen erbohrt worden! Diese eine kleine Ausnahme steht allein und ist erklärt. Von ihr abgesehen, stammen alle die tausende von Millionen Fass, die hunderttausende von Millionen Litern Petroleum, die bisher gewonnen wurden, überall, in Pennsylvanien gleich wie in Kalifornien, an den Ufern des kaspischen Meeres wie am Fusse der Karpathen, in Mexiko wie in Hinterindien aus sedimentären Lagerstätten, schöpfen alle die hunderttausende von Ölbohrungen, die hunderte und hunderte von Ölfeldern in den verschiedensten Regionen und Erdteilen aus Schichtgesteinen, und es giebt kaum eine Stufe der geologischen Sedimentreihe zwischen Silur und Tertiär, die nicht irgendwo als ölführend erkannt worden wäre!

---

[1] U. S. Geol. Survey, Bull. 309, S. 100.

Wie jede Flüssigkeit es tun würde und wie das Wasser es tut, so erfüllt das Erdöl die in den Sedimentgesteinen vorhandenen Hohlräume. Als solche haben trotz ihrer Kleinheit die Gesteinsporen durch ihre ungeheure Zahl und ihr daher doch bedeutendes Gesamtvolumen die weitaus grösste Bedeutung und überragen an Wichtigkeit alle Gesteinshohlräume anderer Natur, wie beispielsweise Spalten und Klüfte um ein vielfaches. Erdölgänge können demnach zwar auch vorkommen; solche Spaltenausfüllungen sind aber von geradezu verschwindender Bedeutung verglichen mit den grossen Erdölmengen, die in feine Gesteinsporen eingeschlossen sind. Hierbei wiederum überwiegen wahrscheinlich die Erdölvorräte in mächtigen Tonschiefermassen diejenigen in Sandstein oder Kalkstein. Aber mit diesem Schieferöl verhält es sich wie mit dem Golde des Meerwassers; es ist zu allgemein verbreitet, zu diffus verteilt und kann daher nicht gewonnen werden; es wird auch infolge der Feinheit der Poren und der damit zusammenhängenden starken Adhäsion und inneren Reibung nur schwer abgegeben, kann nicht wandern, ist gewissermassen fest mit dem Gestein verknüpft. Mächtige Schiefermassen, obwohl selbst oft öldurchtränkt, wirken daher in der Natur gerade als undurchlässige Hüllen, welche diejenigen Sedimente hermetisch einschliessen, die mit ihren grösseren Poren das Erdöl leicht wandern, leicht sich sammeln und beim Anbohren leicht abfliessen lassen. Ton- und Tonschiefergesteine sind somit vortreffliche Deckgesteine oder Hüllschichten. Die eigentlichen Ölbehälter oder Ölspeicher für grosse Ansammlungen sind ausnahmslos gröberporige Sedimente, in erster Linie poröse Sande oder gar Konglomerate, in zweiter Linie kavernöse Kalke oder Dolomite.

Aus Ölsanden wird Erdöl gewonnen in Pennsylvanien, in Illinois, in Oklahoma-Kansas, in Kalifornien, im Kaukasus, in Rumänien usf.

Aus Ölkalken stammt das meiste Öl in der Lima-Indiana-Ölregion von Ohio und Indiana, in Louisiana und Texas am Golf von Mexiko, in Mexiko selbst, in Kanada, usf.

So erscheinen die Erdöllagerstätten als Imprägnationen von porösen Sandstein- oder Kalksteinbänken, die zwischen undurchlässige Tonschichten eingeschlossen sind. Wie diese Sande oder Kalke bilden sie Lager, Linsen, Flötze. Sie sind daher als Imprägnationsflötze, Imprägnationslager oder kurzweg als Lager zu bezeichnen, die in vielfacher Wiederholung in die sedimentäre Schichtreihe eingeschaltet sind.

Folglich wird heute kein Eingeweihter mehr in rein vulkanischen Gebieten oder in den kristallinen Kernen unserer Hochgebirge nach Erdöl suchen. Aber selbst innerhalb der sedimentären Regionen der Erdkruste überwiegen die ölleeren Flächen. Welches sind die Gesetze, die hier die ungleichmässige Verteilung der Ölvorräte regeln? Warum ist an einer Stelle ein einziger Quadratkilometer die Quelle unerhörten Reichtums, während in weitem Umkreis tausende von Quadratkilometern steril bleiben? Solche und ähnliche Fragen einer Lösung näher zu bringen, gehört zu den dankbarsten Aufgaben der modernen Geologie.

Schon vor mehr als einem halben Jahrhundert wurde ungefähr gleichzeitig in Pennsylvanien wie in Hinterindien die eigentümliche Tatsache erkannt, dass die Erdöllager meist auf den Scheiteln der Schichtfalten liegen, dass Erdöllager und Antiklinalaxen sich decken. Bald fand man dieselbe Gesetzmässigkeit auch in anderen Gegenden immer und immer wieder. Gleichzeitig beobachtete man als noch allgemeinere Wahrheit, dass das Erdöl stets von Salzwasser begleitet ist. Wir können heute mit ziemlicher Sicherheit sagen, ohne allerdings in dieser kurzen Abhandlung auf eine Begründung eintreten zu können, dass dieses Salzwasser einen Rest alten Meerwassers gleichwie das Erdöl ein Umwandlungsprodukt der darin einst abgestorbenen Lebewesen darstellt. Erdöl und Salzwasser waren daher ursprünglich diffus gemischt; ersteres ist ja inmitten des letzteren langsam entstanden. Wie wir aber, wenn wir Salzwasser und Öl in einem einfachen Reagenzglase schütteln, bald wahrnehmen, dass das leichtere Öl nach oben steigt, das schwerere Wasser nach unten sinkt und so die beiden Stoffe sich nach ihrem spezifischen Gewichte scheiden, so hat diese Trennung von Wasser und Öl nach der Dichte sich auch in der Natur im Grossen vollzogen. Das Erdöl wanderte innerhalb der porösen Ölhorizonte nach oben, das Salzwasser nach unten; im Einklang damit treffen wir heute in einem gefalteten Ölhorizont Erdöl oben in den Faltenscheiteln, Salzwasser unten in den Schenkeln und Mulden. Wer auf der Antiklinale bohrt, erhält Öl; wer in der Synklinale bohrt, erhält Salzwasser! Das ist die ebenso einfache wie geniale Erklärung des antiklinalen Vorkommens der Öllagerstätten, die sog. Antiklinaltheorie, die schon im Jahre 1861 in Kanada durch den weitblickenden Sterry Hunt aufgestellt worden ist. Sie hat sich seither in den verschiedensten Weltgegenden als wahres „Ei des Kolumbus“ erwiesen; man hat, ihr folgend, in zahllosen Ölfeldern so beispiellose Erfolge erzielt und sie immer von neuem bestätigen können, dass es nicht wunder nehmen kann, wenn viele geneigt sind, den antiklinalen Typus der Erdöllager für den allein möglichen zu halten. Während zwar Höfer, der selbst zur Ausbreitung der Antiklinaltheorie sehr viel beigetragen hat, doch immer noch vorsichtig bloss vom „begünstigenden Einfluss der Antiklinalen“ spricht, gehen manche andere gleich ins Extrem und sagen: „Ohne Antiklinalen keine Ölanhäufungen!“ Hat dies ja eigentlich schon Sterry Hunt getan, der 1867 die Ansicht vertrat, dass alle produktiven Ölquellen Nordamerikas in Undulationen der Schichten, das heisst in Axen der Antiklinalen angetroffen werden.“ [1]

Dieser Ausspruch des genialen Urhebers der Antiklinaltheorie geht aber zu weit. Er gilt, wie wir im folgenden zeigen werden, nicht einmal für ganz Nordamerika. So wunderbare Erfolge diese Lehre in vielen Ölregionen erzielt hat, so verfehlt wäre es, ihr unbeschränkte Gültigkeit zuzuschreiben.

Der allgemeinste Überblick teilt die sedimentären Regionen an der Oberfläche unseres Planeten in Tafelländer und in Faltenländer; erstere bilden die unabsehbaren Ebenen, letztere die langgedehnten Züge der Kettengebirge.

Die antiklinalen Erdölvorkommen sind naturgemäss auf die gefalteten Zonen der Erdkruste beschränkt; wir finden sie namentlich in deren einfacher gefalteten Teilen am Fuss der hohen Gebirgszüge, in den Vorländern der Gebirge, so zu beiden Seiten des Kaukasus, so in Galizien und Rumänien am Aussenabfall der Karpathen, in der appalachischen Ölregion am Westfuss der Alleghanies, in der grossen Geosynklinale der Central Valley of California zwischen Sierra Nevada und Coast Range, wie am Fuss der hinterindischen Gebirgszüge.

Die ölführenden Falten können alle möglichen Formen und Dimensionen annehmen. Ihre Länge kann zwischen 10 und 100 km, ihre von Mulde zu Mulde gemessene Breite von 3 bis 15 km schwanken. Ihr horizontaler Verlauf kann geradlinig oder bogenförmig sein, ja in einzelnen Fällen können die Falten aus zwei völlig rechtwinklig zueinander verlaufenden Teilen bestehen. Der Faltenscheitel kann eine oder mehrere Kulminationen besitzen. Die Neigung der Schenkel kann nur einige Grade betragen, misst aber doch meistens zum mindesten 10—20°; sie kann bei einem oder bei beiden Schenkeln bis auf 90° ansteigen, ja der eine Schenkel kann selbst stark überliegen. Demnach unterscheidet man flach- oder breitgewölbte und steilschenklige, enggedrängte Ölantiklinalen, ferner Ölantiklinalen mit und ohne flache Scheitelumbiegung, schliesslich aufrechte, geneigte und überliegende Ölantiklinalen.

---

[1] Bull. soc. géol. France 2, Bd. 24, 1867, S. 570.

Die bedeutendsten dieser Öllagerstätten sind, der Antiklinaltheorie entsprechend, gewöhnlich an schöngewölbte Faltenscheitel geknüpft. Wir schlagen für diese wichtigsten, auf den Faltenscheiteln gelegenen Öllager die Bezeichnung Scheitellager vor. Diese Scheitellager wandeln sich sowohl nach den Schenkeln wie nach dem einen und andern Gewölbeabfall in Salzwasserlager um; wo ferner der Faltenscheitel anstatt einer mehrere Kulminationen besitzt, trifft man häufig schon auf den die Kulminationen trennenden Scheiteldepressionen Salzwasser an; das Scheitellager ist hier auf mehrere Kulminationen verteilt; es zerfällt in mehrere Kuppellager. Es sind also gerade die stärksten Erhebungen des Faltenscheitels, die domförmigen Aufwölbungen, die Kulminationen oder Kuppeln, die sich am ölreichsten erweisen. Und wie jede Antiklinale eine oder mehrere Kulminationen besitzt, so bildet jedes solche Scheitellager zugleich ein oder mehrere Kuppellager, die durch ölarme oder sterile Scheiteldepressionen getrennt werden. Das Erdöl ist innerhalb des gesamten Faltenbereichs tatsächlich nach den allerhöchsten ihm zugänglichen Punkten gewandert.

Besonders bekannte Beispiele solcher Kuppellager sind manche Ölfelder von Baku, ferner Groznyi am Nordfuss des Kaukasus, Boryslaw-Tustanowice in Galizien, viele Ölfelder der appalachischen Ölregion in Pennsylvanien, Westvirginien und Kentucky, das grosse Saltcreekfeld in Wyoming, das berühmte Spindletop-Feld in Texas, wie auch die meisten hinterindischen Ölfelder. Die Breite der produktiven Kuppellager schwankt nach ihrer Grössenordnung um einen Kilometer, die Länge kann 1—10 km und mehr betragen; die Flächenausdehnung kann von Bruchteilen eines Quadratkilometers bis auf 10 und 20 Quadratkilometer ansteigen.

Im Laufe der Zeit stiess man aber da und dort auf Öllager, die zwar immer noch auf dem Faltenscheitel liegen, aber nicht mehr auf dessen höchster Erhebung; man lernte Scheitellager kennen, die keine Kuppellager sind. Man fand nämlich da und dort produktive Lagerstätten im Gewölbeabfall, zwar stets vereinzelt, aber oft von unerwartetem Reichtum. Als besonders bedeutendes Beispiel solcher Scheitellager im Gewölbeabfall seien erwähnt die reichen Öllager im südlichen Abfall der Coalinga-Antiklinale in Kalifornien; ein weiteres, kleineres aber sehr schönes Beispiel ist das Shannon-Feld im nördlichen Abfall der Saltcreek-Kuppel in Wyoming, ebenso Arbanasi im nördlichen Gewölbeabfall der Berca-Beciu-Antiklinale in Rumänien.

Schon diese Depressionslager scheinen im Widerspruch zu stehen mit der Antiklinaltheorie, nach der wir doch eigentlich das Erdöl auf der höchsten Kulmination erwarten sollten. Das Öl ist aber in diesen Fällen meist in seiner Wanderung unterbrochen worden dadurch, dass der Ölhorizont gar nicht bis zur Kulmination reicht, sondern vorher entweder auskeilt oder durch einen Bruch abgeschnitten wird oder gar offen ausstreicht. Man kann demnach auskeilende, abgeschnittene oder offen ausstreichende Scheitellager im Gewölbeabfall unterscheiden; davon kommen als gelegentlich reich produktive Vorkommen namentlich die ersteren beiden in Betracht.

Gänzlich im Widerspruch mit der Lehre vom antiklinalen Vorkommen der Öllager stehen nun aber die Schenkellager, die man in den letzten Jahrzehnten an manchen Orten entdeckt hat und die in seltenen Fällen sogar ebenfalls sehr reich sein können. Schenkellager finden sich mit Vorliebe in stark und unregelmässig gefalteten Schwerölregionen.

Das Musterland der Schenkellager ist daher Kalifornien. Dort schöpft das Westside-Feld im Coalinga-Distrikt aus einem ganz ausnahmsweise reichen Schenkellager im Ostabfall der Coast Range zur Central Valley of California. Ebenso enthält die Region der Puente Hills südöstlich Los Angeles reiche steile Schenkellager. Zahlreiche kleinere produktive Schenkellager finden sich zu beiden Seiten des Tales von Santa Clara nordwestlich Los Angeles.

Der Geologe, der aus den Ölgebieten Pennsylvaniens oder Bakus oder Birmas kommt, traut seinen Augen erst kaum, wenn er in Kalifornien zahlreiche produzierende Brunnen in ganz steilen Schichten antrifft!

Auch in den durch Deckenbau ausgezeichneten Ölgebieten Galiziens findet man produktive Schenkellager. Immerhin sind in der Mehrzahl der Fälle, wie in Kalifornien so noch mehr in Galizien. die Erträge dieser Schenkellager klein.

Zwei weitere stark und unregelmässig gefaltete Ölregionen, die wir vergleichend betrachten wollen, sind die Golfküste von Louisiana-Texas und die rumänische Ölregion. Beide Ölgebiete haben den gemeinsamen Zug, dass mächtige Salzablagerungen der ölführenden Stufenfolge eingeschaltet sind. An der Golfküste treffen wir eigentümliche, orographisch zwar kaum sich abhebende, aber tektonisch jäh und unvermittelt aus dem umgebenden Flachlande aufsteigende Salzdome, die schon früh Aufsehen erregt haben und vielfach aufgefasst wurden als Aufwölbungen, erzeugt durch die Kristallisationskraft des Salzes! Nach unserer Auffassung handelt es sich jedoch sowohl in den kuppelartigen Aufwölbungen der amerikanischen Golfküste mit ihren Salzkernen wie in den rumänischen Antiklinalen mit ihren Salzkernen um Falten, die deshalb besonders stark gestört und unregelmässig sind, weil die in die gefaltete Schichtmasse eingelagerten plastischen Salzschichten sich dem Faltungsvorgang gegenüber anders verhalten haben als die übrigen Schichten. Wahrscheinlich vollzieht sich jede Faltung, worauf zuerst Buxtorf im schweizerischen Jura aufmerksam gemacht hat, über einer plastischen Schichtgruppe, die als Schmiermittel und Füllmittel die sich faltende Decke von der ruhig bleibenden Unterlage trennt und gleichzeitig in die sich aufwölbenden Faltenkerne emporsteigt. Wo nun gar ganz ausnahmsweise plastische Salzschichten die Faltungsunterlage bilden und in die Faltenkerne aufsteigen, da ist die Faltung eine besonders unregelmässige geworden. Das gilt auch für andere gefaltete Salzregionen. Im Einklang damit sind an der Golfküste wie in Rumänien die Gewölbeschenkel vielfach verquetscht oder zerrissen. Dementsprechend sind auch die Ölhorizonte in den Schenkeln bald linsenförmig angeschwollen, bald ganz zerdrückt oder abgeschnitten. Es ist daher nur natürlich, dass in diesen Regionen besonders häufig eine Wanderung des Öles nach dem Kuppelhöchsten durch Brüche oder durch Ausquetschung verhindert wurde; was an anderen Orten durch primäres Auskeilen, ist hier durch tektonische Ausquetschung erreicht worden. Wir werden somit in diesen Gebieten neben ausstreichenden und auskeilenden namentlich abgeschnittene und abgequetschte Schenkellager antreffen. Für Louisiana-Texas wie für Rumänien sind denn auch Schenkellager an Falten, deren Kern von Salzkörpern gebildet wird, vielfach bezeichnend. An beiden Orten wird dementsprechend öfters Erdöl in steilen Schichten erbohrt.

Zusammenfassend, können wir also, wie bei den Scheitellagern im Gewölbeabfall, so auch bei den Schenkellagern ausstreichende, auskeilende und abgeschnittene unterscheiden und hier noch die abgequetschten Schenkellager hinzufügen. Auskeilende, abgeschnittene und abgequetschte Schenkellager können in einzelnen Fällen sehr reich sein. Auch in allen diesen Fällen hatte das Erdöl die Tendenz, nach der Faltenkulmination zu wandern; es ist aber im Schenkel stecken geblieben, weil der Ölhorizont selber in zusammenhängender Form nicht weiter reichte. Also auch hier ist das Erdöl nach der höchsten ihm überhaupt zugänglichen Stelle gewandert! Von einem antiklinalen Vorkommen, einem Vorkommen auf dem Faltenscheitel, auf der Antiklinallinie oder Antiklinalaxe kann man aber gewiss nicht mehr sprechen.

Doch ist das noch nicht die grösste Abweichung vom antiklinalen Typus der Erdöllagerstätten. Man hat schiesslich selbst Muldenlager in vereinzelten Fällen zweifellos festgestellt! Immerhin sind solche ausbeutbare synklinale Erdölvorkommen äusserst selten. Man kennt bisher einige wenige in Kalifornien, so das Arroyo Grande Feld südlich San Luis Obispo[1]), die Kentuck Wells auf der enggequetschten Oats Mountains Synklinale im Norden der Santa Clara Valley[2]), vielleicht eines in Rumänien, und schliesslich liesse sich auch das Asphaltlager des schweizerischen Val de Travers hieher rechnen. Alle diese mir bekannten synklinalen Ölvorkommen sind solche von asphaltischem Schweröl, im Val de Travers ja schon zu Asphalt erstarrt, und alle sind nicht sehr bedeutend. Ein reiches Erdöllager in einer Synklinale ist unbekannt; die Zahl der bisher aufgefundenen kleinen Muldenlager ist zudem so gering, dass sie fast verschwinden, verglichen mit der Gesamtheit.

So zeigt eine vergleichende Prüfung aller der zahllosen Erdöllagerstätten in gefalteten Gebieten, dass Scheitellager stark überwiegen, dass sie aber doch nicht die einzige Art ausbeutbarer Ölvorkommen darstellen, wie heute noch viele Fachgenossen annehmen. Neben den vorherrschenden und oft aussergewöhnlich reichen Kuppellagern findet man gelegentlich auch reiche Scheitellager im Gewölbeabfall; ebenso kennen wir einzelne reiche und viele arme Schenkellager; in sehr seltenen Fällen hat man sogar schwach produktive Muldenlager aufgefunden.

Wenn wir daher schon im Faltenlande der „Antiklinaltheorie" keine absolute Gültigkeit zuerkennen können, so steigt weiter die noch wichtigere Frage auf: Sind denn Öllagerstätten überhaupt auf das Faltenland beschränkt? Fehlen sie dem Tafellande?

Die endlosen Ebenen, die im Südwesten der grossen Seen, zwischen Alleghanies und Rocky Mountains, durch das Stromnetz des Mississippi zum mexikanischen Meerbusen entwässert werden, sind der Typus eines weiten Tafellandes. Die Einförmigkeit der Landschaft spiegelt die Eintönigkeit und Stetigkeit im Aufbau des Felsgerüstes. Durch viele Tagereisen bleibt der geologische Wanderer stets in demselben Gestein, wobei, soweit das Auge reicht, flache Felsbänke nach allen Himmelsrichtungen in schwindender Ferne den Horizont begrenzen. Deutliche Faltung ist diesen Regionen fremd. Und trotzdem treffen wir hier Öllagerstätten, und zudem noch solche von gewaltigem Reichtum und sonst unbekannter Ausdehnung!

---

[1]) U. S. Geol. Survey, Bull. 322, von Arnold und Anderson.

[2]) U. S. Survey, Bull. 309, von Eldridge und Arnold.

Man hat unbegreiflicherweise immer wieder versucht, auch diese Ölfelder in das Schema des Antiklinaltypus einzupassen! Man hat kleinste Schichtschwankungen als Anzeichen von Antiklinalen gedeutet! Nach unserem Dafürhalten sollte aber kein vernünftiger Beobachter erwarten, dass diese Schichttafeln, die über tausende und zehntausende von Quadratkilometern, ja über ganze Staaten und über namhafte Teile von Kontinenten sich erstrecken, mathematische Ebenen oder Teile einer mathematischen Kugel- oder Geoidfläche darstellen. Schon bei der ursprünglichen Ablagerung am Meeresgrunde können ja leichte Unregelmässigkeiten, wie leichte primäre Schichtschwankungen nicht gefehlt haben; in erster Linie wird eine weitverbreitete Meeresablagerung häufig ein leichtes primäres Gefälle von der Küste seewärts besitzen, entsprechend der Neigung des Meeresgrundes, auf dem die Sedimentation sich vollzog. Ebenso werden ursprüngliche leichte Schichtwellen oder Undulationen nicht fehlen, ebenfalls im Zusammenhang mit der Beschaffenheit des Ablagerungsuntergrundes. Ob die ebenso flachen wie ungemein ausgedehnten schildförmigen Erhebungen, mit Schichtneigungen von Bruchteilen eines Grades, wie der Cincinnati-Schild, dessen Zentrum im Winkel der Staaten Indiana, Ohio und Kentucky liegt und dessen grösste Breite gegen fünfhundert Kilometer, d. h. die dreifache Breite der Alpen zwischen Mailand und Zürich misst, oder wie der Ozark-Schild mit Zentrum im südlichen Missouri als solche primäre Undulationen oder als äusserst flache Geantiklinalen zu deuten seien, mag hier dahingestellt bleiben. Über ganze Staaten wird durch diese Schilde ein gleichsinniges äusserst schwaches Fallen hervorgerufen. Allerdings kann dieses einförmige leichte Fallen gelegentlich durch horizontale Zwischenstücke, die wir tektonische Stufen oder Terrassen nennen, oder gar durch ebenso sanftes Gegenfallen, also wieder durch kleine Wellen, leichte Undulationen, unterbrochen werden. Aber alle diese Nebenerscheinungen, Schilde, Terrassen, Undulationen und Brüche vermögen nicht, den alles beherrschenden Eindruck des Tafeligen, der allverbreiteten Horizontalität der Schichten zu stören. Auge und Kompass sind in diesen Gebieten gewöhnlich nicht mehr imstande, Schichtneigungen festzustellen. Es ist den amerikanischen Geologen erst durch sorgfältiges Nivellieren charakteristischer Gesteinsbänke über grosse Entfernungen, wie durch Kartieren des Formationswechsels allmählich gelungen, die in diesen Tafelländern überhaupt noch vorhandenen kleinsten Schichtneigungen, die gewöhnlich nur nach Bruchteilen eines Grades zählen, zu erkennen. Dass solche Schichtabweichungen von der Horizontalen vorkommen, ist nicht verwunderlich; aber dass sie so gering sind, dass solche Stetigkeit im Aufbau des Untergrundes, solche tektonische Ruhe herrscht über so weite Gebiete, das scheint uns wahrhaft erstaunlich! So müssen wir denn auch erwarten, dass die hier vorhandenen Erdöllagerstätten, verglichen mit den bisher beschriebenen, ein wesentlich verändertes Gepräge tragen. Wir nennen sie im Gegensatz zu den Faltenlagern Tafellager. Gewisse Übergänge zwischen beiden Typen finden sich in der appalachischen Ölregion.

Die appalachische Olregion, die sich am Westfuss der Alleghanies vom Staate New York bis nach Tennessee erstreckt, ist nur zum Teil der Typus eines gefalteten Ölgebietes, soweit nämlich als sie im westlichen Teil der grossen appalachischen Geosynklinale liegt. Diese uralte Faltungszone erscheint in den Alleghanies intensiv gefaltet; im westlichen Vorlande der Alleghanies, eben in der appalachischen Ölregion, ist dagegen die Faltung äusserst sanft. Man kennt hier nur noch maximale Schichtneigungen von 2—3 °, allerhöchstens 5 ° und das durchschnittliche Fallen übersteigt nie einen Grad. Diese schon sehr schwache Faltung nimmt westwärts, mit der Entfernung vom Gebirgsfuss, noch immer mehr ab, bis schliesslich in den westlichen Teilen der appalachischen Ölregion nach unserem Dafürhalten von Faltung überhaupt nicht mehr gesprochen werden kann. Das Faltenland geht dort allmählich über in die grosse Mississippi-Tafel. Die Ölführung ist indessen nicht beschränkt auf das Faltenland; sie reicht auch in das Tafelland, und so erscheint die appalachische Ölregion zum Teil als gefaltetes Ölgebiet, allerdings das schwächst gefaltete, das wir kennen, zum Teil aber als reines Tafelland. In letzterem haben stellenweise tektonische Terrassen noch einen bedeutenden Einfluss auf die Ölverteilung; an anderen Stellen schwindet auch der letzte Einfluss der Tektonik gänzlich. Diese beiden Ölfeldertypen des appalachischen Tafellandes seien noch kurz besprochen.

Zum ersten Typus gehören namentlich viele Ölfelder in Südost-Ohio. Orton fand schon in den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts, dass in West-Pennsylvanien, Südost-Ohio und Kentucky sehr viele Öl- und Gasfelder mit tektonischen Unregelmässigkeiten und terrassenähnlichen Strukturen zusammenhängen, wobei das äusserst sanfte, einen Grad nie erreichende Schichtfallen auf eine bestimmte Strecke unterbrochen wird und so eine horizontale Stufe oder Terrasse innerhalb des allgemeinen Fallens entsteht.

Ein hieher gehöriges Beispiel bietet das Macksburg-Feld in Südost-Ohio[1]): Eine ölführende Schichtfolge von 500 m Mächtigkeit sinkt mit einer Neigung von $^1/_5$—$^1/_3$° langsam nach Südosten; im Bereich des Ölfeldes hört plötzlich auf eine Breite von etwa fünf Kilometern jedes messbare Fallen auf; die so entstandene horizontale Terrasse umfasst 40—50 km². Jenseits derselben stellt sich von neuem das normale Fallen ein. Die ölführende Schichtfolge enthielt im Jahre 1888 fünf Ölsande, wovon jeder Öl auf der Terrassenfläche und Gas auf der äusseren Terrassenkante lieferte; die produzierenden Flächen aller fünf Sande haben ungefähr dieselbe Umgrenzung, was alles deutlich auf den Zusammenhang von Tektonik und Ölführung hinweist.

Der zweite Typus umfasst Ölfelder, die ohne solchen Zusammenhang mit tektonischen Terrassen oder anderen Unregelmässigkeiten, wie auch ganz unbekümmert um das appalachische Streichen verlaufen. Wollte man da noch von Antiklinalen oder Synklinalen sprechen, wie dies manche Amerikaner tun, so würden dieselben von den anders verlaufenden Öllagern vielfach geschnitten; auch ist der eine Ölhorizont in dieser, der andere in jener County ölführend! Beim einen müsste also eine Kulmination hier, beim anderen dort liegen. Nichts spiegelt besser den gänzlich verschwundenen Einfluss der Tektonik als diese Inkongruenz, dieses Nichtsichdecken der Ölansammlungen verschiedener Horizonte!

Ein Beispiel für diesen Typus bietet uns der Sewickley Quadrangle nördlich Pittsburg in Pennsylvanien: Dieses Gebiet umfasst eine Fläche von gegen 600 km² mit zahlreichen Ölhorizonten und mit Anfangserträgen einzelner Brunnen bis zu 2000 Fass. Das Fallen der Schichten wird in diesen weiten Gebieten nie grösser als $1^1/_3$° und ist durchschnittlich nur etwa $^1/_2$°, bald nach dieser, bald nach jener Himmelsrichtung. Von den verschiedenen innerhalb einer 150 m mächtigen Schichtfolge vorhandenen Ölsanden wird der eine hier, der andere dort produktiv; die Ölsande zeigen in ihren Ölansammlungen weder untereinander noch mit irgend welcher Tektonik irgend welchen Zusammenhang! Es ist mir daher unbegreiflich, wie man in diesem Gebiete noch von antiklinalen Ölvorkommen hat sprechen können[1]).

---

[1]) Vergl. E. Orton, The Trenton Limestone. 8th Annual Report U. S. Geol. Survey. 1889. S. 526.

So vollzieht sich innerhalb der schwächst gefalteten Ölregion, die wir kennen, ein allmählicher Übergang vom Faltenlande zum Tafellande. Von Osten gegen Westen schwindet langsam der Einfluss der Tektonik auf die Ölanhäufungen mehr und mehr. Aber Tafelland wie Faltenland enthalten ausbeutbare Lagerstätten. Bei solcher Sachlage erscheint es heute erklärlich, dass gerade in der Gegend, die neben Kanada die Wiege der Antiklinaltheorie darstellt, über diese Lehre durch Jahrzehnte hindurch der erbittertste Kampf tobte, der je in der geologischen Wissenschaft ausgefochten worden ist. In jeder anderen Ölregion der Erde wäre die Antiklinaltheorie entweder gleich zum Siege gelangt oder überhaupt nicht entstanden, weil sie dort entweder ziemlich allgemein oder gar nicht gilt. In der appalachischen Ölregion ist sie schliesslich doch durchgedrungen und feierte dann, auf günstigeren Boden verpflanzt, ihren Siegeszug um den Erdball. Sie gilt aber nicht einmal für die gesamte appalachische Region, geschweige denn für den ganzen Planeten.

Ein Tafellager, das schliesslich als antiklinales gedeutet werden könnte, ist das Illinois Feld, das im Südosten des Staates Illinois auf der La Salle Undulation liegt, die Raymond S. Blatchley[2]) als eine ebenso ausgedehnte wie flache Falte auffasst. Ihr Westflügel besitzt eine durchschnittliche Neigung von etwa $1/2°$ und eine Breite von 20—40 km; der Ostflügel ist noch flacher bis zur Unbestimmtheit. Die produktive Scheitelfläche ist etwa 100 km lang, bis 12 km breit und besitzt eine Ausdehnung, die wir auf 700 km^2 schätzen. Da nicht erwiesen ist, dass diese grosse, sanfte Welle durch Faltung entstanden ist, ziehen wir vor, von einer Undulation des Tafellandes zu sprechen. Auf jeden Fall ist indessen der Einfluss der Schichtlage auf die Position der Ölansammlungen deutlich; alle die verschiedenen Ölhorizonte werden auf dem Scheitel der Undulation produktiv.

Anders verhält es sich bei der Lima-Indiana Öl- und Gasregion, in West-Ohio und Ost-Indiana. Sie liegt in gleichsinnig äusserst sanft nordfallenden Schichten, im Nordflügel des Cincinnati-Schildes. Das ganze Öl- und Gasgebiet zerfällt in mehrere Teilfelder, wovon das Gasfeld von Indiana, das ausgedehnteste Gasfeld der Erde, eine Fläche von etwa 7000 km², ungefähr einem Siebentel der Schweiz entsprechend, einnimmt. Der grösste im Lima-Feld, einem anderen Teilfeld, beobachtete tektonische Höhenunterschied beträgt trotz der ebenfalls grossen Ausdehnung nur hundert Meter. Lage wie Umgrenzung der Öl- und Gaslager zeigen meist keinerlei Zusammenhang mit der Tektonik und müssen versuchsweise durch Bohrungen bestimmt werden.

---

[1]) J. Munn, Econ. Geol. Vol. 4, 1909, S. 141.

[2]) Econ. Geol. Vol. 7, 1912 S. 574.

Nicht viel grösser ist der Einfluss der Tektonik im Midcontinent-Gebiet, der Ölregion von Kansas-Oklahoma[1]). Dieses weite Gebiet bildet in tektonischer Hinsicht eine gewaltige, mit etwa einem halben Grade gegen Westen fallende Tafel, die den Westflügel des in Missouri kulminierenden Ozarkschildes darstellt. Innerhalb einer Region, die an Ausdehnung die ganze Schweiz übertrifft, findet man überall dasselbe äusserst sanfte Westfallen, das vom Auge und selbst mit dem Kompass gewöhnlich nicht einmal wahrgenommen werden kann. Ebensowenig vom blossen Auge zu erkennen sind leichte tektonische Terrassen oder überaus flache Undulationen. Sie können mit Ölfeldern zusammenhängen. Wahrscheinlich sind aber auch häufig einfach gegen Osten auskeilende Tafellager. Primäre Sedimentationsfaktoren haben bei der Entstehung und Umgrenzung der „Pools“ von Kansas und Nord-Oklahoma eine grössere Rolle gespielt als die so einförmige Tektonik. Diese hat insofern einen allgemeinen Einfluss ausgeübt, als sie bei dem schwachen Schichtenansteigen nach Osten ein allgemeines Ölwandern gegen Osten hervorgerufen hat; zum Stillstand dieser Wanderung und damit zur Ölanhäufung kam es bald da, wo dieses Schichtenansteigen einen Unterbruch erlitt, bald aber da, wo ein Ölhorizont ostwärts auskeilte. In lezterem Falle ist es ganz unmöglich, Vorhandensein und Ausdehnung der unterirdischen Erdölvorräte nach Anzeichen der Erdoberfläche vorauszusehen. Der ausgedehnteste aller Oklahoma Pools ist 50 km lang, bis 10 km breit und hat eine Fläche von etwa 200 km²: er ist also grösser als das Fürstentum Liechtenstein oder entspricht dem dritten Teil des Glarnerlandes.

Ähnlich wie das Midcontinentgebiet bildet die mexikanische

---

[1]) Vgl. Bulletins und Geologic Folios der U. S. Geol. Survey, sowie Snider, Petroleum and Natural Gas in Oklahoma, 1913, und Kansas Geol. Survey, Vol. IX, von Haworth. — Süd-Oklahoma gehört nicht dazu.

Ölregion oder Tampicoregion[1]) eine flache, äusserst sanft meerwärts geneigte Tafel. Diese Platte wird hier von zahlreichen Bruchzonen und Spalten, die teilweise mit Basaltgängen und Reihen von Basaltschloten erfüllt sind, durchschnitten. Das Erdöl, offenbar einst innerhalb der schwach geneigten Ölhorizonte gegen Westen schichtenaufwärts wandernd, hat sich dann namentlich längs der Basaltgänge und Bruchzonen gestaut, in deren Nachbarschaft die meisten reichen Ölvorkommen der Gegend gefunden werden. Wie für Oklahoma und Kansas auskeilende, so scheinen für Mexiko abgeschnittene Tafellager besonders bezeichnend.

Nach dieser kurzen Darstellung einiger Tafellager seien die beiden Haupttypen von Öllagerstätten, die Scheitellager und die Tafellager noch rasch verglichen, die man, im Banne der Antiklinaltheorie, bisher trotz ihres recht verschiedenen Charakters nicht deutlich auseinandergehalten hat. Wohl mag es Forscher geben, die auch im Tafellande in jeder Unregelmässigkeit der Schichtlage embryonale Faltung sehen. Aber solange als man überhaupt zwischen Faltenland und Tafelland einen Unterschied macht, wird man auch die Ölvorkommen in Faltenlager und Tafellager gliedern müssen. Wie überall in der Natur, so bestehen auch hier Übergänge; wir haben solche in der appalachischen Ölregion gefunden. Aber meist sind die Unterschiede zwischen beiden Typen von Lagerstätten so gross, dass man im einen das andere nicht mehr zu erkennen glaubt.

Die Scheitellager sind mehr oder weniger scharf begrenzt durch die sterilen, wassererfüllten Schenkelzonen; die Tafellager besitzen keine solche deutliche Umgrenzung. Diese kann hier nicht zum voraus bestimmt, sondern muss durch Versuchsbohrungen langsam abgetastet werden.

Die Scheitellager sind viel weniger ausgedehnt als die Tafellager, deren Oberfläche oft nicht nur die von Faltenscheiteln, sondern von ganzen Falten vielfach übersteigt. Die grössten mir bekannten Faltenlager besitzen eine Ausdehnung von 10—20 km^2; selbst die kleinsten Tafellager sind meistens grösser, und die ausgedehntesten, wie manche Pools von Oklahoma, wie das Illinois Feld oder das Findlay Gasfeld überziehen Flächen von mehreren hundert Quadratkilometern, ja, wenn wir das Indiana Gasfeld als ein einheitliches betrachten, selbst von mehreren tausend Quadratkilometern!

Die antiklinalen Felder erscheinen daher wie vereinzelte, zerstreute Punkte innerhalb der weiten sterilen Muldenregionen, während die Tafellager sich vielfach fast berühren oder gar schliesslich zusammenfliessen und einen grossen Teil der Fläche der gesamten Ölregion einnehmen, bis diese, wie beim Midcontinent Gebiet beinahe als ein einziges riesiges Ölfeld von der Grösse der ganzen Schweiz erscheint.

---

[1]) Vergl. „Petroleum", IV, 1909, S. 1186 (Bericht von Dr. Emil Böse) und „Petroleum", IV, 1909, S. 1340 (nach D. T. Day, Petroleum Review, Bd. 20).

In den antiklinalen Feldern herrscht im Zusammenhang mit der Faltung der Schichten oft starke Veränderlichkeit der Bohrtiefe; die Tafellager sind ausgezeichnet durch auffallende Konstanz der Bohrtiefe über weite Gebiete.

Bei Scheitellagern decken sich die produzierenden Flächen der verschiedenen übereinanderliegenden Ölhorizonte annähernd, und kleine Abweichungen stehen im Einklang mit dem Faltenbau. Im Tafelland kann dieses Sichdecken, diese Kongruenz der verschieden tiefen Öllager vollständig wegfallen, und das umso eher, je mehr der Einfluss der Tektonik bei der Bildung der Ölansammlungen gegenüber anderen Einflüssen zurückgetreten ist.

Im Faltenland ist Streifenform der Felder in der Richtung des allgemeinen Falten- und Gebirgsstreichens vorherrschend; im Tafelland fehlt jede solche Gesetzmässigkeit.

Allgemein kann man sagen, dass im Faltenland Ölführung und Tektonik in engem Zusammenhang stehen; im Tafelland ist ein solcher Zusammenhang nur noch locker oder fehlt ganz.

Im Faltenland sind die Ölbohrungen im Durchschnitt vielleicht reicher im Ertrag. Das Tafelland ist dagegen ausgezeichnet durch die sehr grosse Zahl der Brunnen auf den viel ausgedehnteren Feldern, sowie durch eine grössere Konstanz ihrer Produktion. Das Erdöl ist vielfach im Tafellande gewissermassen noch allgemeiner verteilt; im Faltenlande scheint es in höherem Masse an einzelnen Punkten konzentriert.

Die grossen und reichen Ölvorkommen sind fast ausnahmslos entweder Scheitellager oder Tafellager, im besonderen entweder Kuppellager oder Tafellager! Reiche Schenkellager sind sehr selten, reiche Muldenlager unbekannt. Daraus ergibt sich weiter, dass sehr bedeutende Öllagerstätten gewöhnlich an flache Schichtlage geknüpft sind; Ölvorkommen in steilen Schichten sind vorwiegend klein und wenig anhaltend.

Wenn daher eine vergleichende Betrachtung wie die vorliegende den verbreiteten Glauben zerstören muss, dass sämtliche Öllager auf Faltenscheitel oder gar auf deren höchste Erhebungen, auf Kuppeln beschränkt seien, so ist doch ein Zug sozusagen allen ausbeutbaren Lagerstätten gemeinsam. Bei allen werden wir zur Annahme geführt, dass das Erdöl aus einem weiteren Umkreis an seinen heutigen Fundort gewandert ist, sich dort angereichert hat, indem es dabei stets innerhalb des Ölhorizontes an die höchste ihm überhaupt erreichbare Stelle stieg. Nur bei den Muldenlagern trifft das nicht zu. Sonst ist das einzige mir bekannte Gebiet, wo diese Gesetzmässigkeit nicht überall deutlich scheint, der westliche, dem Tafellande angehörige Teil der appalachischen Ölregion. Dagegen haben selbst die noch so geringen, aber über ungeheure Entfernungen anhaltenden gleichmässigen Schichtneigungen im Lima-Indiana-Gebiet, in Illinois, in Oklahoma, in Kansas genügt, um Ölwanderungen zu veranlassen, wie anderseits horizontale Schwellen oder sanftestes Gegenfallen genügten, um diese Wanderungen zu einem Abschluss zu bringen und zu einer Ölanreicherung zu führen. Die eigentliche Ursache dieses aufsteigenden Wandertriebes liegt, wie wir schon eingangs erwähnt haben, begründet in der verschiedenen Dichte von Erdöl und Salzwasser, die in den Ölhorizonten stets miteinander verknüpft sind wie das Erz mit der Gangart. Das leichte Öl stieg nach oben, das schwere Wasser sank nach unten, und so kommt es, dass überall, wo man in einem Ölfelde mit Bohrungen in der Richtung des Fallens vorwärts schreitet, man schliesslich in Salzwasser gerät. „The oilsand dips into water“ sagt der amerikanische „Oilman“, und diese Erfahrung wird immer und immer wieder gemacht, sei es in steil gefalteten Regionen, sei es im Tafellande, dessen Schichtneigungen sich von Auge nicht erkennen lassen. Das leichte Öl schwimmt innerhalb des Ölhorizontes auf dem schwereren Wasser.

Wenn manche Fachgenossen versucht haben, die Gesetzmässigkeiten der Ölverteilung innerhalb der Erdrinde auf andere Ursachen zurückzuführen, wenn manche die stärkere Zerklüftung der Faltenscheitel als Grund der Ölanreicherung auf Antiklinalen betrachten, oder wenn Mrazec in Rumänien die Ölwanderungen und Ölanreicherungen auf durch die Faltung hervorgerufene tektonische Druckdifferenzen zurückführt, so können wir solchen Einflüssen nur eine nebensächliche Bedeutung zusprechen. Diese Deutungen müssten im Tafelland von vornherein dahinfallen. Wenn wir für den geschilderten Kreis von Erscheinungen nach einer allgemeinen Erklärung trachten, so kennen wir heute noch keine bessere als die vor mehr als einem halben Jahrhundert von Sterry Hunt gegebene, nach der im Innern der Erde wie vor unseren Augen im Reagenzglas Öl und Wasser sich nach der Dichte scheiden müssen.

Als auf einen wahren Prüfstein dieser Anschauung machen wir zum Schlusse auf die Tatsache aufmerksam, dass die gesetzmässige Scheidung von Wasser und Öl nach der Dichte um so klarer ausgesprochen erscheint, je grösser der Dichteunterschied der beiden Flüssigkeiten ist. Daher finden wir in den gefalteten Leichtölregionen, sei es in Pennsylvanien, in Birma, in Wyoming oder anderswo, die Ölanreicherungen auf Gewölbescheiteln und deren domförmigen Aufwölbungen stets am schönsten ausgeprägt. Die gefalteten Leichtölregionen liefern die Musterbeispiele für die Antiklinaltheorie. Dagegen werden die Gesetzmässigkeiten in der Ölverteilung um so weniger streng, je mehr die Dichtedifferenz von Öl und Wasser schwindet. Darum konnten wir schon oben Kalifornien mit seinen schweren Asphaltölen das Land der Schenkellager nennen; darum kommen dort selbst Muldenlager vor! Alle uns bekannten Muldenlager bis und mit demjenigen vom Val de Travers in der Schweiz sind in der Tat Vorkommen von schwerem Asphaltöl. Wo das Öl fast oder ganz ebenso schwer geworden ist wie das Wasser, fällt der Grund zur Scheidung beider Flüssigkeiten dahin. Das Öl hat damit seinen Wandertrieb nach oben verloren und folgt nun wie das Wasser der Schwere!

Eine tabellarische Klassifikation der Erdöllagerstätten ist auf folgender Seite beigefügt.

Anhang.

Tabellarische Übersicht der Erdöllagerstätten und vorgeschlagene Nomenklatur.

I.

I. In Faltenland	Faltenlager
1. Auf Faltenscheitel	Scheitellager
a) Auf Kulmination	Kuppellager
b) In Gewölbeabfall	Abfallager
2. In Faltenschenkel	Schenkellager
3. In Mulde	Muldenlager
II. In Tafelland	Tafellager
1. Auf sanft geneigten Tafeln	Geneigte Tafellager
2. Auf Undulationen	Undulationslager
3. Auf Stufen, Terrassen	Stufenlager

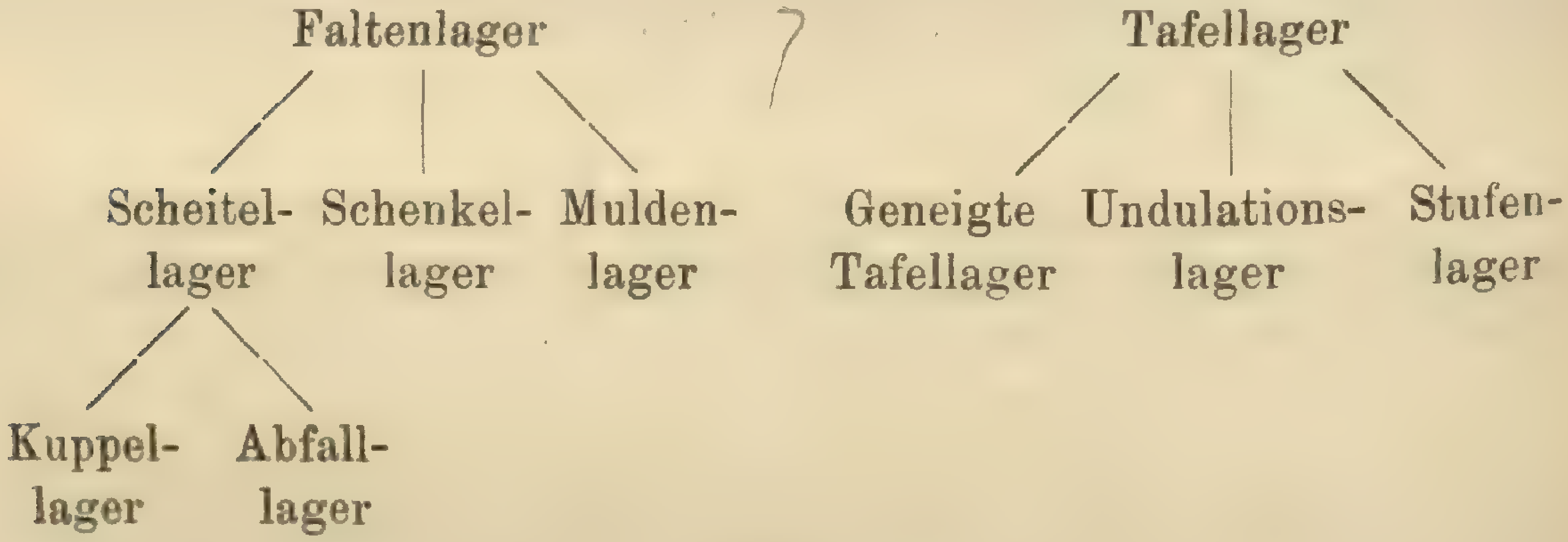
(Abfallager: offen ausstreichende, auskeilende, abgeschnittene)

(Schenkellager: ausstreichende, auskeilende, abgeschnittene, abgequetschte)

(Geneigte Tafellager: ausstreichende, auskeilende, abgeschnittene)

Wichtigste Öllager: Scheitellager (Kuppellager) und Tafellager.

II.


Faltenlager
Tafellager
Scheitellager
Schenkellager
Muldenlager
Geneigte Tafellager
Undulationslager
Stufenlager
Kuppellager
Abfalllager

III.

Scheitellager	Antiklinallager
Kuppellager	Kulminationslager
Abfallager	Depressionslager
Schenkellager	Monoklinallager
Muldenlager	Synklinallager
Tafellager	Plateaulager
Geneigte Tafellager	Monokline Plateaulager
Schichtwellenlager	Undulationslager
Stufenlager	Terrassenlager

Über Arbeitsmethoden schweizerischer Alpengeologen.

Von

ARNOLD HEIM (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 3. Oktober 1918.)

Inhalt.

Seite

Topographische Grundlage 160
Geologische Kartenaufnahme 163
Zeichnen im Gebirge 164
Photographieren 165
Stratigraphische Beobachtungen 168
Tektonische und petrographische Beobachtungen 169
Feldausrüstung 171
Graphische Hausarbeiten 172
Drucklegung 176

Im Laufe der letzten 15 Jahre haben sich bei der detaillierten geologischen Aufnahme und Darstellung unserer Alpen unter dem Einfluss des Jubilars bestimmte Arbeitsmethoden herausgebildet, über die für den Anfänger der Geologie wie auch für aussenstehende Geologen einige Bemerkungen von Interesse sein mögen. Noch heute gibt es ja zahlreiche ausländische, mit den neueren alpinen Untersuchungen wenig vertraute Fachleute, welche die erstaunlichen Fernüberschiebungen und Deckeneinwicklungen als blosse Phantasien belächeln und nüchternere geologische Detailaufnahmen empfehlen, während doch kein anderes Land so detaillierte geologische Hochgebirgskarten und andere graphische Darstellungen hervorgebracht hat, wie die Schweiz, und gerade diese von den schweizerischen Alpengeologen als ihre vornehmste Spezialität betrachtet werden.

Von denjenigen Arbeiten, die in allen Ländern die gleichen sind, wie Sammeln, Präparieren, Bestimmen, Beschreiben der Fossilien, mikroskopische, chemische, physikalische Untersuchungen, Mikro- und Makrophotographieren im Laboratorium in Aufsicht und Durchsicht, Literatur- und Sammelstudien etc. soll hier nicht gesprochen werden.

Auch die geophysischen Arbeiten (die Deckentheorie bestätigende Schweremessungen, Erdbeben, Gletschermessungen, Radioaktivität vergl. H. Hirschi in dieser Festschrift) und die geotechnischen Arbeiten (Tunnelbau, Quellen etc.) müssen wir übergehen, um diejenigen Arbeitsgebiete kritisch zu beleuchten, die mehr oder weniger jeden Alpengeologen berühren.

Topographische Grundlage.

Erst für einen kleinen Teil der Alpen (z. B. Kt. St. Gallen, Appenzell, Vierwaldstätterseegebiet, Waadtländeralpen z. T.) ist die topographische und bereits auch die geologische Aufnahme in 1 : 25 000 durchgeführt und von der schweizerischen geologischen Kommission veröffentlicht (Spezialkarten No. 27, 29, 38, 39, 44, 68, 80). Die topographischen Alpenblätter 1 : 50 000 sind zum Teil revisionsbedürftig, da sie schon vor einigen Jahrzehnten unter minimalen Besoldungen unter Akkord ausgeführt wurden. Diejenigen neueren Datums sind vorzüglich durchgeführt. Allein es zeigt sich, dass die geologischen Komplikationen in vielen Teilen der Hochalpen so ausserordentlich gross sind, dass auch die beste Grundlage in 1 : 50 000 nicht ausreicht. Es wurde daher auf Initiative der Schweizer. geologischen Kommission, unterstützt vom Schweizerischen Alpenklub, dem Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein u. A. ein Gesuch an den schweizerischen Bundesrat eingereicht, es möchte das gesamte Alpengebiet in 1 : 25 000 neu aufgenommen werden. Der Krieg hat diesen Plan hinausgeschoben.

Soweit es die Drucktechnik ermöglicht, soll nicht schematisiert werden. Eine charakteristische Terrainzeichnung ist, wie Albert Heim in Vorträgen und Schriften oft betont hat, nur möglich von einem im geologischen Beobachten geübten Topographen, der die Formen der Oberfläche im Zusammenhang mit dem geologischen Bau zu verstehen vermag. Die besten Alpenkarten sind von geologisch vorgebildeten Topographen aufgenommen worden. Schichtbiegungen, Bruchlinien, Abgrenzungen von Schuttkegeln und Moränen, Quellen, Karrenfelder, ja die Schichtlage und Art der Gesteine lässt sich aus erstklassigen Spezialkarten oft unmittelbar herauslesen, und die geologische Bearbeitung ist ungemein erleichtert.

Eine einzig dastehende Leistung ist die Vermessung des Rhonegletschers und seiner Bewegungen seit 40 Jahren mit zugehöriger topographischer Karte in 1 : 5000, ausgeführt von der Schweizerischen Landestopographie unter Leitung der Gletscherkommission der Schweiz. Naturf. Gesellschaft (Neue Denkschriften Bd III, 1916). Obwohl ausserschweizerisches Alpengebiet betreffend, ist hier auf die neuen Blätter des Deutsch-österreichischen Alpenvereins in 1 : 25 000 mit 20 m-Kurven, bearbeitet von L. Aegerter aus Bern (z. B. Lechtaler Alpen 1911) hinzuweisen. Alles bisherige übertrifft seine photogrammetrische, mit dem neuen Stereo-Autograph gezeichnete Karte der Dachsteingruppe 1915. Hier sind alle natürlichen Rauhigkeiten von Kurven und Fels automatisch dargestellt, wie es die geschickteste Hand des Zeichners im Terrain kaum jemals zustande bringen könnte.

In manchen Alpengebieten sind die tektonischen Komplikationen so gross, dass auch eine Karte in 1 : 25 000 oder 1 : 20 000 nicht ausreicht und zu einer Wiedergabe der tatsächlichen Verhältnisse Massstäbe von 1 : 10 000, 1 : 5000 oder 1 : 2500 gewählt werden müssen. Solche topographische Aufnahmen werden dann am besten vom Geologen selbst ausgeführt, der gleich die geologisch wichtigsten Punkte (auf Schichtgrenzen, Brüchen etc.) als Vermessungspunkte wählt (vergl. geologische Spezialkarten No. 75 Biferten-Selbsanft 1 : 15 000 von W. A. Keller, No. 53 Flifalte 1 : 3000, No. 85 Farenstöckli 1 : 2500 u. a.).

So wichtig für den Topographen die Übung im geologischen Beobachten, so unumgänglich ist für den Alpengeologen, überhaupt für jeden Terraingeologen, eine gute Vorschule im topographischen Vermessen und Kartenzeichnen. Nicht die Arbeit mit Theodolith und Kippregel ist für den Geologen das Wichtigste, sondern das Skizzieren, wobei es weniger auf absolute Genauigkeit der Entfernungen und Höhen ankommt, als auf charakteristische Terrainzeichnung. Selbst eine rasche, aber mit Geschick ausgeführte Skizze einer geologisch merkwürdigen Stelle ist meist nützlicher als eine lange Beschreibung in Worten.

Ein ausgezeichnet praktisches Instrument zum Kartenskizzieren in 1 : 5000 bis 1 : 1000, auch für Höhen- und Mächtigkeitsmessungen, ist die kleine „Alidade nivellatrice“ von Tavernier-Gravet in Paris, in Verbindung mit einem zusammenklappbaren Messtischchen von ca. 30 : 40 cm auf photographischem Stativ. Man misst sich zunächst mit dem Messband eine praktische Basis, bestimmt von beiden Endpunkten aus durch Vorwärtseinschneiden etwa ein Dutzend der prägnantesten Terrainvorsprünge (die am besten vorher mit geschälten Stöcken von der Höhe des Messtischchens markiert sind), samt ihren Höhen durch Ablesung der Prozente und Zehntelprozente. Die zwischenliegenden Standorte bestimmt man durch Rückwärtseinschneiden nach Orientierung des Messtischchens mit dem Präzisionskompass und skizziert jeweilen an Ort und Stelle sogleich die Höhenkurven. Das Nivellieraneroid hat sich für solche Aufnahmen wegen der stetigen Luftdruckschwankungen nicht bewährt.

Weit genauer und für Maasstäbe bis etwa 1 : 20 000 ausreichend ist die für Reisen praktische, in Amerika viel gebrauchte „Gurley Explorers Alidade“, wozu aber bereits ein schwererer Messtisch, Messlatten und Gehülfen benötig werden.

In hervorragender Weise eignet sich die photogrammetrische Aufnahme als Grundlage für die geologische Bearbeitung.

Nach der älteren und einfacheren Methode wird von vermessenen Punkten aus unter konvergierender Richtung photographiert. Hervorragendes hat auf diesem Gebiete Ingenieur X. Imfeld geleistet. Er benützte eine gewöhnliche 13 : 18 Klappkamera, mit der er von einigen mit dem Theodolith bestimmten Fixpunkten aus in horizontaler Stellung Photographien aufnahm. Durch einfaches Proportionsrechnen im Studierzimmer erhielt er nach den Photographien in einem Tag 100—200 Punkte aus je vier Einzelbestimmungen, deren Höhen meist nur einige Dezimeter voneinander abwichen. So wurden durch Imfeld Detailkarten aus dem Mont Blanc-Gebiet und viele andere Spezialkarten für Gebirgsbahnprojekte (Säntis-Nordseite), sowie sein berühmtes Relief des Matterhorn in 1 : 5000 aufgenommen. Ein Rucksack mit einem kleinen Theodolith photographischer Kamera und Stativ war alles, was er im Gebirge benötigte.

Nach der neueren Methode wird von zwei Endpunkten einer vermessenen Basis aus in paralleler Richtung photographiert, nach dem Prinzip des Stereoskops, nur mit weiter (50—100 m oder mehr) auseinanderliegenden Objektivaxen. Mittels des Komporators (Zeiss) werden die Koordinaten abgelesen. Das vollkommenste leistet der bis jetzt einzig in Wien vorhandene sehr teure Stereo-Autograph, der ein direktes Zeichnen der Höhenkurven gestattet. Jede subjektive Schematisierung und die sinnlose konventionelle Glättung der Kurven fällt dabei von selbst weg, sodass das Kurvenbild genau so rauh zackig aussieht, wie es sich bei stufenweiser Versenkung des Gebirges unter Wasser ergeben würde (vgl. die Karrenfelder auf der Dachsteinkarte).

Erfreulicherweise hat die schweizerische Landestopographie die für offenes Hochgebirge besonders geeignete photogrammetrische Methode eingeführt, und bearbeitet damit die neuen Blätter sogar in 1 : 10 000.

Auch wenn man im Terrain mit dem Messtisch gearbeitet hat, ist eine photographische Zugabe zum feineren Reinzeichnen der Felsformen stets sehr erwünscht.

Erst wer sich selbst im Kartenzeichnen im Terrain geübt hat, ist imstande, eine gegebene Spezialkarte rasch und nach allen Seiten räumlich zu erfassen.

Geologische Kartenaufnahme.

Mit Recht gerät mehr und mehr die alte Methode in Misskredit, die Formationsgrenzen auf Grund eines Farbstiftgeschmiers erst in der Studierstube zu zeichnen. Alle Eintragungen sind an Ort und Stelle im Terrain mit hartem, scharf gespitztem Bleistift vorzunehmen, und diese jeden Abend mit feiner Feder und Tusche nachzutragen, die in keinem Rucksack fehlen sollten. Einige Geologen benützen sogar gelegentlich Tusche und Feder unter freiem Himmel (Buxtorf und Schüler). Denn das wichtigste für den Druck ist ein scharfes und klares Farbgrenzenoriginal. Voreiliges Ausziehen erschwert aber nachträgliche Verbesserungen, die oft am besten aus der Ferne beurteilt werden können. Stets soll die grösstmöglichste Genauigkeit bei einem Mindestmass von Schematisieren angestrebt werden, soweit es überhaupt die Druckmethoden ermöglichen, wobei noch Viertelsmillimeter zu berücksichtigen sind. Lieber jahrelang an einem einzigen Blatt arbeiten, als eine flüchtige schematische Karte in den Druck geben, ist das Prinzip.

Die meisten Schweizergeologen benützen in kompliziertem Terrain zum geologischen Eintragen photographische Kartenvergrösserungen, auf denen sich auch topographische Berichtigungen anbringen lassen.

Im rauhen Gebirge kann man nicht immer den Formationsgrenzen entlang gehen. Man nimmt dort, wo möglich, genaue Profile auf und verfolgt dann mit dem Feldstecher die einzelnen Felsbänder den unzulänglichen Wänden entlang bis zu einer von der anderen Seite her zugänglichen Stelle.

Bei natürlicher Darstellung verlaufen die Schichtgrenzen meist rauh und zackig, zum Unterschied so vieler Karten, auf denen die Grenzlinien in ungeschickter, der Natur widersprechender Weise abgerundet werden. Bei guter Grenzlinienzeichnung lässt sich auf Grund einer guten topographischen Karte die Schichtlage und daher auch die Tektonik im wilden Gebirge meist ohne besondere Streichfallzeichen herauslesen. Auch den als nebensächlich erscheinenden „langweiligen“ Grenzen von Schuttbildungen, Moränen, Gehängeschutt, Bergstürze etc. ist mit der gleichen Sorgfalt nachzugehen wie dem Anstehenden. Auf den ersten Blick erkennt man aus der Art der Farbgrenzenzeichnung den Wert der Karte, die Sorgfalt und Fähigkeit des Beobachters. Beispiele guter geologischer Kartenzeichnung bieten u. a. die neuen Spezialkarten No. 27, 29, 44, 50, 52, 55, 60, 62, 66, 68, 69, 76, 80, 84 der Schweizerischen geologischen Kommission.

Zeichnen im Gebirge.

Das Zeichnen ist die beste Übung und Selbstkontrolle der systematischen Beobachtung. Erst wenn man im Gebirge gezeichnet hat, ist man sich dessen sicher, ob und was davon geologisch noch nicht verstanden ist, und durch das Zeichnen wird die Erinnerung gefestigt. Man verwächst gleichsam mit der Natur. Der gute Zeichner ist stets ein guter Beobachter, denn nicht die Handfertigkeit, die sich jeder bis zu einem gewissen Grad aneignen kann, ist die Hauptsache des Zeichnens, sondern die Fähigkeit zu systematischem Beobachten. Wohl noch kein Geologe hat im Zeichnen eine solche Meisterschaft erreicht, wie der Jubilar. Seine Lehrerin war von Kind auf die unmittelbare Natur. Nicht in der Studierstube oder auf der Schulbank erlernt man das geologische Zeichnen.

Unter den schweizerischen Alpengeologen nimmt das Zeichnen zum Unterschied anderer Länder einen besonders wichtigen Platz in der geologischen Gebirgsdarstellung ein (vgl. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz). Eine einfache Skizze aus wenigen charakteristischen Strichen sagt oft mehr als viele Worte. Ein Notizbuch mit guten Skizzen ruft die Erinnerungen in einem Augenblick zurück und ermöglicht unter Dutzenden von Büchern das denkbar rascheste Auffinden gesuchter Notizen. Man kann im Terrain nicht zu viel notieren, denn das Gedächtnis trügt früher oder später. Zu sorgfältigen Aufzeichnungen ist aber auch ein stattliches, festes Notizbuch notwendig.

Im allgemeinen ist die Strichmanier, ohne Schraffieren und Schattieren, ausschliesslich aus Linien, die im Gebirgskörper individuell erkennbar sind, vorzuziehen; denn die geologische Zeichnung soll im allgemeinen frei sein von zufälligen Schlagschatten, überhaupt von Beleuchtungseffekten.

Betrachtet man irgend einen Umriss im wilden Gebirge in guter Beleuchtung von vorn, so erweist er sich nicht als kontinuierliche Linie, sondern aus vielen einzelnen, absetzenden Linien zusammengesetzt, die sich ergänzen und ablösen. Daher wirkt auch in einer Profilzeichnung, und noch mehr in einer Gebirgsansicht stets eine kontinuierlich gezogene längere Linie unnatürlich. Eine ideale Zeichnung ist stets aus ungezählten kurzen und nicht geradlinigen Einzelstrichen zusammengesetzt, von denen auch der kleinste einer Terrainform entspricht.

Strichzeichnungen geben sofort ein körperliches Bild, wenn man die gegen den Beschauer gerichteten Vorsprünge und die vordersten Linien am kräftigsten hält. Mancher sonst guten Zeichnung fehlt die Perspektive, weil die dunkeln Furchen, statt die dem Beschauer zugekehrten Gräte mit stärkeren Strichen gezeichnet sind.

Als Beispiele musterhafter perspektivischer Gebirgszeichnungen seien genannt die Panoramen Albert Heims vom Säntis, Mythen, Zürichberg und dessen geologische Zeichnungen in „Säntisgebirge“ (Beiträge Lfg. 16), ferner die Panoramen von X. Imfeld vom Mont Blanc, Weissenstein, Jungfrau etc., diejenigen von Simon vom Niesen und Finsteraarhorn.

Auch bei tektonischer und stratigraphischer Profilierung muss das Skizzieren im Terrain Schritt halten. Auf den gedruckten Profilen sieht man meist an der Umrissform wie am Schichtenverlauf, ob dazu Terrainskizzen oder Photographien verwertet wurden, oder ob nur nach der Karte gezeichnet ist. Auch hier, wie bei der Grenzzeichnung der Karten, heisst es nicht abrunden, sondern die Terrainformen mit allen ihren Zacken und Rauhigkeiten charakteristisch wiederzugeben (vgl. z. B. Profile Säntisgebirge, Beiträge Lfg. 16).

„Ich kann nicht zeichnen“ ist für den Geologen keine Entschuldigung. „Also zeichnen lernen!“ so sagte mit Recht unser Jubilar zu seinen Schülern. Eine Ehrensache sei es jedem Geologen, seine Originale für den Druck selbst auszuführen, denn der Berufszeichner versteht in der Regel nicht viel von Geologie und vermindert den Wert der Darstellung.

Photographieren.

Nicht statt des Zeichnens, sondern daneben ist die photographische Aufnahme von unschätzbarem Wert für die geologische Erforschung des Hochgebirges. Nur wenige Photographien eignen sich zwar zur direkten Wiedergabe. Oft übersieht der Autor, dass dem Leser nicht alles aus dem objektiven Bilde klar werden kann, was er selbst auf Grund seiner Terrainstudien darin wieder findet. Oft hat man im rauhen Gebirge nicht die Zeit oder die Möglichkeit, sich stunden- oder gar tagelang zum Zeichnen hinzusetzen. Ist die Geologie an Ort und Stelle verstanden, so behilft man sich mit Skizzieren und Photographieren und verbessert zuhause die Skizzen nach den Photographien oder vereinigt verschiedene Einzelskizzen unter genauerer Innehaltung der Proportionen zu einem Gesamtbilde. Auch von der Photographie kann man zeichnen lernen. Dabei darf man sich aber ebensowenig wie in der Natur selbst von der Beleuchtung beirren lassen; denn an sich belanglose Formen können je nach der Lichtrichtung hervortreten, die wichtigsten Gratlinien hingegen in Schlagschatten verschwinden. Die Zeichnung soll aber die Formen nach Maass ihrer Wichtigkeit im Gesamtrelief hervortreten lassen. Von besonderem Wert zum Zeichnen sind daher Photographien vom gleichen Standpunkt in verschiedener Beleuchtung, oder Stereoskopbilder (Lugeon, R. Staub).

Von grösster Wichtigkeit ist es, fertige Photographien oder Vergrösserungen von solchen auf halbmattem Papier im Terrain zu verwenden, um darauf die geologischen Einträge vorzunehmen. Selbst auf guten Karten grösseren Masstabes können steile Felspartien mit komplizierter Tektonik nicht befriedigend dargestellt werden. Eine andere als die vertikale Projektion ist erforderlich. Nach der Photographie kann man nicht nur ein Felsband, eine Rinne um die andere mit dem Feldstecher verfolgen, sondern auch an Ort und Stelle jede Kleinigkeit, jeden Block, Strauch oder Rasenfleck, auf dem man steht, wieder erkennen, was selbst mit der besten Zeichnung in der Hand nicht möglich ist. Man kartiert so gleichsam auf der Photographie und kann die Übertragung auf die Karte und die weitere Verarbeitung ruhig späterer Hausarbeit überlassen.

Nur in wenigen Fällen eignet sich die geologisch bemalte Photographie zur direkten Wiedergabe (Beispiel „Beiträge“ n. F. Lfg. XX, Taf. XII).

Ballon- und Fliegeraufnahmen können beim Kartieren, zum Verbessern schlechter Kartenteile, sowie für stereometrische Projektionen besonders wertvolle Dienste leisten.

Nach Photographien, insbesondere wenn diese mit bekannter Brennweite, von bekannten vermessenen Punkten aus und mit horizontal stehender Objektivachse aufgenommen sind, lassen sich auch Kartenfehler verbessern und viele Messungen anstellen. Durch einfache Proportion erhält man die Schichtmächtigkeiten, insofern der Standpunkt sich in der Verlängerung der Schichtfläche befindet. Bedeutet f die Brennweite des Objektives, f′ den diagonalen Abstand vom Objektiv bis zu der im Bilde zu messenden Stelle, m die im Bilde gemessene Schichtmächtigkeit, E die aus der Karte gemessene Entfernung vom Standpunkt bis zu der zu messenden Stelle, so ist die Mächtigkeit $M = \frac{m \cdot E}{f'}$. Dieser Bestimmung haften kleine Fehlerquellen an, die für die meisten geologischen Fragen ohne Belang sind.

Die Art des Photographierens und die Wahl der Kamera richtet sich nach zweierlei Gesichtspunkten:

Eine kleine leichte Kamera für Platten oder Film, z. B. 9 × 12 cm. kann bei gutem Wetter im Hochgebirge ständiger Begleiter des Geologen sein. Ein leichtes Stativ dazu ist zum Horizontieren und Abblenden für Zeitaufnahmen mit Gelbscheibe stets vorteilhaft, da man grösstmögliche Schärfe und detaillierte Zeichnung der duftigen Ferne wie der Schatten im Vordergrund erstrebt. Hervorragendes leistet das Zeiss-Tessar f: 6,3. Ein tadelloses Negativ kann stets mit Vorteil linear auf das Zwei- bis Dreifache vergrössert werden.

Die Verwendung einer grossen Stativkamera 13 × 18 cm oder 18 × 24 cm mit langem Auszug und allem Zubehör ist eine Arbeit für sich, die man nach bestimmtem Programm an den klarsten Tagen (am besten bei Föhn) vornimmt. Für die Einteilung der Exkursion ist dabei in erster Linie die Richtung der Beleuchtung von den einzelnen in der Karte vorgemerkten Standpunkten aus massgebend. Oft lässt sich wegen der Beleuchtung nur eine tadellose Aufnahme im Tag ausführen, unter Umständen aber auch bis zu einem Dutzend und mehr. Am meisten kommen lange Brennweiten zur Verwendung. Von 350 mm Brennweite an bietet eine scharfe Photographie mehr Einzelheiten, als sie ein normal scharfes Auge vom gleichen Standpunkt in der Natur unterscheiden kann. Der Verfasser verwendete meistens eine Kamera 18 × 24 cm mit Zeiss-Doppelprotar, Brennweiten 180, 216, 350, 412 mm, Chromo-Isolarplatten und Gelbscheibe. (Vgl. z. B. „Beiträge“ Lfg. XX, Taf. I, II, V und Neujahrsbl. d. Naturf. Ges. Zürich 1910, Taf. 1—2). Statt der vorgeschriebenen sechsfachen Exposition bei Verwendung der Agfa-Gelbscheibe exponiert man für geologische Aufnahmen vorteilhaft 10 bis 20 fach, denn es kommt dabei nicht auf künstlerischen Effekt, sondern auf möglichst viele scharf gezeichnete Details auch in den tiefsten Schatten an. Je greller die Beleuchtung, umsomehr ist absichtlich zu überexponieren, während bei allgemeinem Schatten normal exponiert werden kann.

Jede nicht allzustark überexponierte Platte lässt sich ohne Verstärken mit den neuen Gaslichtpapieren verschiedener Härtegrade nach Wunsch kopieren. Oft ist eine extra weich gehaltene Vergrösserung auf Bromsilberpapier vorteilhaft, um direkt darauf mit Tusche zu zeichnen und das Gezeichnete wieder zu pausen. Gegenlichtbilder, welche infolge ihrer einfachen Linien und Tonabstufungen die schönsten künstlerischen Wirkungen ergeben, sind wenn möglich für geologische Zwecke zu vermeiden, schiefes nicht zu steiles Sonnenlicht für offene Landschaften am vorteilhaftesten. Für geologische Detailaufnahmen ist hingegen der Sonnenbeleuchtung auszuweichen, weil diese nebensächliche Linien oder störende Schatten übertrieben hervorhebt.

Wenn immer möglich sollte die Kamera nach der Libelle horizontiert werden. Für Panoramen und photogrammetrische Aufnahmen ist eine genaue Libelle notwendig. Bei Panoramen aus verschiedenen Einzelaufnahmen kann man mit Vorteil von einer Aufnahme bis zur nächsten $^1/_2$ bis 1 Stunde zuwarten, um allzubreite Schatten auf der Seite gegen die Sonne und schattenlose Beleuchtung ohne Relief auf der anderen Seite zu vermeiden (vgl. Panorama Taf. I mit Erläuterungen in „Beiträge“ n. F., Lfg. 20).

Eine gewöhnliche Photographie ergibt die natürlichste Wirkung, wenn man sie mit einem Auge in der Entfernung ihrer Brennweite betrachtet. Kürzere Entfernungen vom Auge als 30 cm wirken ermüdend. Eine Aufnahme mit 12 cm Brennweite z. B. wirkt am besten, wenn man sie dreifach linear vergrössert und in 36 cm Abstand vor sich hält.

Bei jeder Aufnahme sollten notiert werden: Standpunkt, Brennweite, Kompassrichtung der Objektivachse, Vertikalverschiebung des Objektivbrettes in Millimetern (zur Horizontbestimmung), Tag, Stunde und Minute der Aufnahme; und diese Angaben sollten auch bei allfälliger Reproduktion wiedergegeben werden.

Oft ist zur Veröffentlichung eine Kombination von Photographie und Zeichnung vorteilhaft. Für Lichtdruck lässt sich nach entsprechender Präparation direkt mit Bleistift und Pinsel die Plattenschicht überarbeiten und für Phototypie das gleiche auf halbmattem Positiv (Gaslichtpapier) vornehmen. (Beispiel Schichtbiegungen in Seeber, Faulhorngruppe, Bern 1911, Taf. 1—3). Alle diese Retouchearbeiten müssen selbstverständlich vom Geologen eigenhändig ausgeführt werden.

Stratigraphische Beobachtungen.

Die wichtigste Grundlage aller stratigraphischen Aufnahmen bildet eine möglichst grosse Zahl möglichst genauer Spezialprofile, die nach dem lithologischen Charakter, Fossilgehalt, Mächtigkeiten, unter fortlaufender Skizzierung des charakteristischen Abwitterungsprofiles festgehalten werden. Durch das Skizzieren überzeugt man sich am raschesten, ob die Aufzeichnung des Profiles lückenlos ist.

Etwas vom schwierigsten und zeitraubendsten ist die Bestimmung der Mächtigkeiten von Schichtabteilungen. Diese einfach zu ignorieren geht heute nicht mehr an. In erster Linie ist stets Übung im Schätzen nützlich, denn eine ungenaue Mächtigkeitsangabe ist immer noch besser als gar keine, insofern diese auch mit entsprechendem Vorbehalt gegeben wird. Direktes Abmessen mit dem Meterstab, wo dies möglich ist, ergibt über grössere Abstände nicht unbeträchtliche Fehler. Man sucht daher die Gesamtmächtigkeit auf andere Methoden, aus der Karte, durch Photogrammetrie, Proportionen und Winkelmessungen (Alidade) zu bestimmen und korrigiert proportional die Einzelbeträge. Steht man vor einer Felswand, so kann man sich den 2 m-Masstab oder einen längeren abgemessenen geschälten Stab hinstellen und von weitem zählen, wie oft dieser in der Gesamtmächtigkeit enthalten ist.

Alle Profile, die veröffentlicht werden, sollen in bestimmtem Maasstab gezeichnet, und Maasstab und Orientierung angegeben werden.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Beobachtungen und Aufzeichnungen über den Verband der einzelnen Schichten untereinander, ob lithologischer Übergang vorhanden und wie rasch dieser stattfindet, oder ob eine Diskontinuität vorliegt und welcher Art diese ist. Zur Aufdeckung der genauen Kontakte, die oft auf Grasbändern liegen, leistet der Gletscherpickel die besten Dienste. Die Bemerkung „1 m ohne Aufschluss“ bedeutet meistens so viel wie „Pickel vergessen“ oder „flüchtig gearbeitet“.

Die möglichst genaue Bestimmung der Mächtigkeit ist für jede graphische Darstellung des Schichtverbandes und seiner Faziesveränderungen eine notwendige Voraussetzung. Viel schwieriger als die Mächtigkeiten sind die Längenmaasse unter Abwicklung der Falten- und Deckenprofile zu bestimmen. Hierbei handelt es sich bereits um die graphische Zusammenstellung aus den einzelnen Naturbeobachtungen. Es versteht sich, dass bei einem abgewickelten Faziesprofil der Vertikalmaasstab meist 2—10 fach übertrieben dargestellt werden muss (vergl. „Beiträge“ Lfg. 20, III. Teil, Fig. 105, 111, 129, 134, 140, 152; Lfg. 46, Taf. III—IV). Abgewickelte Faziesprofile bieten den besten Einblick in die paläogeographischen Verhältnisse.

Der früher vernachlässigten Mikroskopie der alpinen Sedimentgesteine wird heute mehr Beachtung geschenkt.

Tektonische und petrographische Beobachtungen.

Die modernen tektonischen Aufnahmen sind unzertrennlich mit stratigraphischen oder petrographischen verknüpft und unterstützen sich gegenseitig. Die vergleichende Stratigraphie, die Fragen der Faziesveränderung, der Isopen etc. sind oft entscheidend für die Bestimmung der tektonischen Stellung eines Gebirgsteiles im Verband der Überschiebungsdecken. Sie hat den schärfsten Beweis geliefert, dass die höheren helvetischen Decken jeweilen weiter von Süden stammen. („Beiträge“ Lfg. 20, III. Teil.) Manche tektonische Arbeit hat aus Mangel an Kenntnis der Faziesveränderungen fehlgeschlagen. Die bekannte „Klippenfazies“, speziell diejenige der sogenannten rhätischen Decke setzt mit fast genau gleicher Schichtfolge von den Berner „Préalpes“ bis Wien (St. Veit) fort. In anderen Zonen, z. B. der helvetischen, weichen die Isopen leicht vom Streichen ab, derart, dass eine tektonische Einheit im Längsverlauf allmählich zur Fazies der andern übergeht. Auf Grund lokaler tektonischer Studien allein lässt sich kein Gebirgsteil verstehen.

Auffallenderweise haben die neuen Arbeiten ergeben, dass auch die kristallinen Gesteine Konstanz ihrer Ausbildung im Streichen aufweisen, sodass die gleichen Schubdecken über hunderte von Kilometern durch analoge kristalline Serien ausgezeichnet sind. So ist es R. Staub z. B. gelungen, die Margna-Decke Graubündens mit der Dent Blanche-Decke des Wallis zu verbinden. Ausserordentlich fruchtbar haben sich die minutiösen chemisch-mikroskopischen Untersuchungen für die Tektonik erwiesen. Die Verbindung der modernen Tektonik und ihrer geometrischen Konsequenzen mit der modernen Petrographie hat die grössten Errungenschaften der letzten zehn Jahre in der Tektonik der Schweizeralpen gezeitigt (Argand, R. Staub). Hand in Hand schreitet die sorgfältigste Detailkartierung voran, sodass jede neue tektonisch-petrographische Errungenschaft durch Spezialkarten belegt wird. Wie unzertrennlich die moderne Tektonik mit der Stratigraphie verknüpft ist, zeigen wiederum die Arbeiten von Argand und R. Staub, die an den Stirnrändern der grossen Schubdecken, besonders im penninischen System, jeweilen Seichtmeerbildungen oder Trockenlegungen konstatierten und daraus schliessen, dass schon in der Karbon- und Triaszeit die Überschiebungen als Geantiklinalen vorgezeichnet waren.

Die genaue Verfolgung der Achsengefälle der grossen Schubdecken ermöglicht die Bestimmung der Tiefentektonik. So sind die bis zu 20 km Tiefe gezeichneten Profile von Argand keine Phantasiegebilde, wie mancher ausländische Geologe bei flüchtigem Studium annimmt, sondern streng geometrische Konsequenzen.

Feldausrüstung.

Hammer. Für Arbeiten im sedimentären Gebiet ist der Hammer mit Spitze vorzuziehen. Als Meissel beim Sammeln von Versteinerungen, wie zum Tritthacken auf steilen Halden und zum Klettern an steilen Rasenplätzen bietet er ausgezeichnete Dienste. Für rein petrographische Arbeiten und im Hochgebirge, wo ein Eispickel ohnehin unumgänglich ist, hat der Hammer mit breiter Schneide beim Zuschlagen der Handstücke seinen Vorteil.

Pickel. Bei stratigraphischen Aufnahmen, besonders in den verwachsenen tieferen Regionen ist der Gletscherpickel zum Aufdecken der so oft verwachsenen Schichtkontakte und leicht verwitterbaren Fossilbänke unentbehrlich, denn gerade unter solchen begrasten Bändern findet man die wichtigsten Aufschlüsse über Fazies und Schichtverband.

Kompass. Am raschesten orientiert der Kompass mit Deklinationskorrektur, da hierbei jede nachträgliche Rechnung wegfällt und die Streichfallzeichen gleich im Terrain eingezeichnet werden können. Für Messtischskizzen und photogrammetrische Aufnahmen ist ein Präzisionsinstrument mit Libelle erforderlich.

Horizontalglas. Für rasche Messung von Höhenunterschieden, Schichtmächtigkeiten bei horizontaler Schichtlage, Höhenorientierungen in der Karte nach der gegenüberliegenden Talseite etc. ist das kleine leichte „Horizontalglas“ vorteilhaft.

Alidade. Die kleine Alidade von Tavernier in Verbindung mit einem zusammenklappbaren Messtischchen und photographischem Stativ ist das beste Instrument zum Skizzieren von Karten in grösseren Maasstäben. Mit einiger Übung lassen sich damit auch von freier Hand kleinere Winkel bis zu Zehntelsprozenten messen und dadurch Höhen, Mächtigkeiten etc. bestimmen.

Aneroid. Wegen der vielen Fehlerquellen hat das Mitschleppen eines grossen Nivellieraneroids nur in seltenen Fällen Wert, während ein gutes kleineres Instrument beim Kartieren, besonders in Waldabhängen, unter steter Kontrolle an den Vermessungspunkten der Karte gute Dienste leistet.

Photographische Kamera siehe Seite 167.

Notizbuch. Es zeigt sich, dass die Qualität der Notizen und Zeichnungen im allgemeinen proportional der Qualität und dem Format des Notizbuches ausfallen. Glattes Papier ist dem rauhen vorzuziehen, da es den Bleistift weniger abnützt, weniger verschmiert und weniger Raum einnimmt. Koh-i-noor F und H-Bleistifte eignen sich am besten. Bei Albert Heim und seinen Schülern hat sich ein Standard-Notizbuch mit Leinwanddecke vom Format 14,5 × 22 cm eingebürgert, das allen Strapazen standhält.

Feldstecher. Zum Zeichnen eignet sich besonders der 6 fache Zeiss, während sonst 8—12 fache Vergrösserung vorteilhafter ist.

Die übrigen Ausrüstungsgegenstände, wie Salzsäure Tropffläschchen. Meissel, Lupe, Farbstifte. Maasstab etc. verstehen sich von selbst.

Durch die vielen Eisenbahnen, Hotels und Klubhütten sind die Schweizeralpen unvergleichlich leichter zugänglich als vor Jahrzehnten, als man auf Post und Sennhütten allein angewiesen war. Nur ausnahmsweise benötigt man daher Zelt oder Schlafsack im Freien. E. Argand übernachtete häufig allein zwischen Steinen in den Walliseralpen bei über 3000 m Höhe in einem kaum 1 Pfund schweren, hermetisch verschliessbaren Zeltsack aus Mosetic Batiste.

Graphische Hausarbeiten.

Zeichnen. Früher musste die Zeichnung vom Stecher rechtslinks verkehrt mit der Stahlnadel oder Tuschfeder auf Stein übertragen werden. Um keine Feinheit zu verlieren. hat Albert Heim diese Arbeit stets selbst ausgeführt („Mechanismus“ 1879 und „Hochalpen“, Beiträge Lfg. 25, 1891, Taf. I—IV).

Bei den heutigen photographischen Übertragungs- und Vervielfältigungsmethoden darf die Forderung aufgestellt werden: Jede publizierte geologische Zeichnung soll Originalzeichnung des Beobachters sein. Der Geologe braucht nur ein gutes Original in Tusche auf Pauspapier oder besser auf rein weissem (allenfalls bläulichem, aber nicht gelblichem) glattem Papier einzureichen, das als Klischee im Text in Zink oder als grössere Tafel auf Stein oder Aluminium übertragen werden kann. Das Wichtigste ist, dass die Striche vollkommen schwarz und voneinander klar getrennt sind. Daher Vorsicht mit dem Gummi! Am besten ist es, das Original $^4/_3$ bis doppelt so gross zu zeichnen, als die Reproduktion ausfallen soll. Selbstverständlich wählt man die stärkst mögliche Verkleinerung. die noch Gewähr leistet, alle wichtigen Einzelheiten klar wiederzugeben.

Seltener, z. B. bei Dünnschliffzeichnungen, wird man die Autotypie oder Rastermethode wie bei der Wiedergabe von photographischen Positiven anwenden. Sehr vorteilhaft wirkt unter Umständen eine Kombination von Bleistift- und Tuschezeichnung, oder eine überzeichnete, etwas hell kopierte Photographie (am besten auf halbmatt Gaslichtpapier, wie z. B. Cyko oder Velox).

Jeder publizierende Geologe sollte soweit über die Reproduktionsmethoden unterrichtet sein, dass er weiss, in welcher Weise er sein Original am zweckmässigsten ausführt. Wer sich die Mühe ersparen will, die Schrift in der Originalzeichnung selbst mit aller Sorgfalt auszuführen, legt der Zeichnung noch ein daran geheftetes Pausblatt als Original für die Beschriftung bei. Die Schrift wird dann entweder vom Stecher auf der Druckplatte, resp. von einem Zeichner auf Papier ausgeführt, oder aber mit Drucksatz in Form von Zettelchen dem Original aufgeklebt, sodass dieses dann samt Schrift in einemmal photographisch auf die Druckplatte übertragen werden kann. Stets ist es für den Druck von Vorteil und billiger, wenn ein fertiges Original samt Schrift eingereicht wird, und daher dem Geologen von grösstem Wert, wenn er sich selbst in den einfachen Druckschriften geübt hat. Ein einziger Alpengeologe hat bis jetzt ganze geologische Karten und Profiltafeln samt Beschriftung wie ein Berufslithograph ausgeführt, sodass diese unverändert photographisch übertragen werden konnten (E. Argand, Spezialkarte No. 64 in 1 : 500 000).

Ist ein Teil einer Originalzeichnung misslungen, so braucht nicht alles noch einmal neu ausgeführt zu werden, sondern man kann beliebige Papierstücke darüber kleben und überzeichnen. Sofern die Ränder der zusammengesetzten Papierstücke bei der Reproduktion überhaupt sichtbar werden, lassen sich diese auf dem Zinkklischee wie auf Stein oder Aluminium mit Leichtigkeit wegretuschieren. Misslungene Striche oder Kleckse werden mit Deckweiss entfernt und weisse Punkte oder Striche weiss auf schwarz gesetzt.

Karten. Beim Reinzeichnen der Karten, sofern das Original nicht selbst sauber genug ausgefallen, ist das Wichtigste die scharfe klare Grenzlinienführung mit Tusche. Die Grenzen im Original gestrichelt oder punktiert auszuführen ist nicht nur vergebliche Mühe, sondern schädlich, weil dadurch an Schärfe der Form verloren geht, denn die Grenzlinienzeichnung auf topographischer Grundlage (Siegfriedblatt) kann nicht direkt photographisch übertragen werden (vgl. Drucklegung).

Wo die Formationsgrenzen im Terrain nicht scharf bestimmt werden konnten oder Übergänge vorhanden sind, lassen sich später die Grenzlinien zwischen den Farbflächen wieder auslöschen, was der Autor in einem Probedruck angeben kann. Für den Lithographen sind aber die Grenzlinien im Original durchweg notwendig zur Herstellung genau passender Farbplatten. Die Farben können für das Original beliebig gewählt werden, doch ist es vorteilhaft, wenn der

Autor bereits annähernd diejenigen Töne und Zeichen wählt, die durch Kombination aus möglichst wenig Einzeldruckplatten hergestellt werden können. Von grossem Wert ist daher die Kenntnis der Farbdruckverfahren und die Übung im Einschätzen der Kombinationstöne. Ausgezeichnete, dem Studium zu empfehlende Vorlagen bilden u. a. die neuen geologischen Spezialkarten No. 44, 50, 52, 55, 60, 62, 66, 69, 84 und die geologische Übersichtskarte der Schweiz in 1 : 500 000, II. Auflage.

Profile. Je nach dem Charakter des Gebirgsteiles sind Profile mit einfachen Umrissen, Kulissenprofile oder Profilserien vorteilhaft. Die Kulissendarstellung ist dann am günstigsten, wenn der Hintergrund über die Hauptquerschnittlinie vorragt und dessen Tektonik ohne starkes Achsengefälle die zufällige Oberfläche des Hauptschnittes ergänzt. Ist dies nicht der Fall, so wirken die Kulissen verwirrend, wie z. B. in „Beiträge“ Lfg. 44, 1914. Profilserien nähern sich in ihrer Wirkung dem Stereogramm (vgl. Alb. Heim, Säntisprofile 1905; Argand, Alpes Occidentales, Spezialkarte No. 64; Rabowski, Simmental, No. 69; Buxtorf, Vierwaldstättersee, No. 27, 29, 66). Bei Schwarzdruck ohne Farbe ist besonders darauf zu achten, dass die konventionellen Signaturen für die einzelnen Schichten der Natur nicht mehr als nötig zuwiderlaufen. Schiefer werden nicht quer, sondern längsgestrichelt, massige Kalke entsprechend ihren Querklüften mit Querstrichen bezeichnet, Sandsteine punktiert etc.

Perspektivische Ansichten. Bei Zeichnungen von einem bestimmten Standpunkt aus, wie bei Parallelprojektionen kommt die Photographie ausgiebig zur Benützung. Zur Erzielung einer harmonischen Gesamtwirkung muss nach der ersten Fertigstellung der Federzeichnung ein weiteres Verstärken der nach vorn gerichteten Linien vorgenommen werden (vergl. Seite 165). Dieses Verstärken muss sogar übertrieben werden aus zwei Gründen: Durch die Reproduktion werden bei Verkleinerung die dicken Linien etwas schwächer, die Haarstriche aber, die nicht ganz ausfallen, verdickt, und ferner töten die geologischen Farben die sonst gut wirkende Perspektive ab.

Wald und Bäume, mit denen sich der Geologe schon im Terrain nicht befreunden konnte, verwünscht er noch mehr am Zeichnungstisch. Auch hier ist an das Prinzip zu erinnern, nach der Oberflächengestaltung, nicht nach Tonwerten zu zeichnen. Wald und Bäume sind also, von Staffage im Vordergrund abgesehen, nur in leichten Umrissen auszuführen. Schraffieren oder gar schwarz ausfüllen derselben zerstört die perspektivische Wirkung der ganzen Zeichnung.

Parallelprojektionen. Zur übersichtlichen körperlichen Wiedergabe grösserer Gebirgsteile, die nicht von einem wirklichen Punkte aus gleichmässig überschaut werden können, eignen sich am besten Parallelprojektionen und Stereogramme mit horizontaler oder geneigter Projektionsrichtung. Zunächst werden alle Vermessungspunkte der Spezialkarten im gewählten Maasstabe aufgetragen, dann Stück um Stück unter Benützung aller Terrainskizzen und Photographien unter ständigem Konstruieren und Proportionieren eingezeichnet. (Grösstmögliche Schärfe der Photographien ist vor allem notwendig, um darauf mit der Lupe die in der Karte verzeichneten Vermessungspunkte, z. B. einen Hüttengiebel zwischen Tannen, herauszufinden. Auch jede kleine Skizze kann verwertet werden. Zu genaueren Darstellungen, die gleichsam als Kartenaufnahmen in andern als der vertikalen Projektionsrichtung aufzufassen sind und hunderte von Arbeitsstunden erfordern, müssen erst eigens zahlreiche, mit dem Kompass orientierte Photographien in grösserem Maasstabe mit langen Brennweiten aufgenommen werden. So wurden z. B. für die horizontale Parallelprojektion der Gebirge am Walensee 1 : 15 000 („Beiträge" Lfg. 20, Spezialkarte No. 87) über 30 Photographien in 18 × 24 cm mit 350—412 mm Brennweite von der gegenüberliegenden Talseite aus aufgenommen. Ähnliches gilt für die Parallelprojektion vom Nordrand des Säntisgebirges („Beiträge" Lfg. 16, Taf. XL).

Für andere Gebirgsgruppen, insbesondere solche mit einseitig geneigten Faltenachsen, ist schiefe Projektionsrichtung parallel den Faltenachsen am lehrreichsten. Solche Darstellungen sind u. a. von Arbenz (Spezialkarte No. 55 bis), Argand, Lugeon und Trümpy gegeben worden.

Die Parallelprojektion bietet gegenüber dem Profil den Vorteil objektiver Darstellung der körperlichen Oberfläche, gegenüber der perspektivischen Ansicht den Vorteil eines und desselben Maasstabes aller darin enthaltenen Gebirgsteile, und weiterer Übersicht.

Relief. Die vollkommenste geologische Wiedergabe der Oberfläche eines Gebirgsteiles bietet das Relief. Es hat aber nur dann Berechtigung, wenn darin wesentlich mehr enthalten ist, als in der besten Karte. Ein solches geologisch wertvolles Relief erfordert aber nicht nur eine Summe von zeichnerischen, technischen und künstlerischen Fähigkeiten, die nicht jedem Geologen gegeben sind, sondern bei sorgfältigster Ausführung auch unermüdliche Arbeit. Das vollkommenste geologische Gebirgsrelief der Gegenwart ist dasjenige des Säntisgebirges in 1 : 5000 von Albert Heim und C. Meili. In diesem Falle war es möglich, die geologische Bemalung den natürlichen Anwitterungsfarben fast genau entsprechend zu halten. Zahlreiche andere geologische Alpenreliefs von Albert Heim und X. Imfeld sind in der geologischen Sammlung der Eidgenössischen technischen Hochschule aufgestellt. (Vgl. Alb. Heim, Das Relief, Jahrb. d. Naturf. Ges. St. Gallen, 1903).

Dass keine tektonische Zeichnung und kein Relief überhöht werden darf, ist heute für Schweizergeologen selbstverständlich.

Drucklegung.

Druck von Photographien. Am billigsten und von schöner Wirkung ist die Autotypie oder der Rasterdruck, wenn hierzu geeignetes glattes Papier verwendet wird. Im Text eingeführt enttäuscht oft der Auflagedruck gegenüber dem Probedruck. Selbstverständlich sind Raster von möglichster Feinheit vorzuziehen (No. 70 und feiner). Das Original wird als Positivbild eingereicht, das überzeichnet sein kann.

Besser, aber teurer, ist der Lichtdruck, insofern er in feinstem Korn und vom besten Drucker an moderner Presse auf nicht zu rauhem Papier ausgeführt wird. Das Lichtdruckverfahren ist aber äusserst heikel. Mit einem guten Probedruck ist das Gelingen der Auflage noch nicht sicher. Vor allem wichtig ist die Herstellung einer feinstkörnigen. „kornlosen“ Lichtdruckplatte (feine, sensibilisierte Gelatinehaut auf Spiegelglasplatte). Als Original wird am besten das Negativ eingereicht, das alsdann zum Kopieren auf die Lichtdruckplatte pellikuliert wird (vgl. z. B. „Beiträge“, Lfg. 20 n. F., Taf. I, II, IV, V).

Farbendruck der Karten. Die Auswahl der Farbzeichnungen ist gleichzeitig eine wissenschaftliche und eine technische Frage. Bei Spezialkarten in grösseren Maasstäben können die internationalen Formationsfarben nicht mehr konsequent innegehalten werden. So z. B. lassen sich 15 Abteilungen der Kreide nicht durch verschiedene Grün klar auseinanderhalten, auch nicht durch Farbzeichen darauf. Wichtige, wenig mächtige Abteilungen (z. B. Gault) müssen durch kräftigere Kontrastfarben hervorgehoben, grössere Flächen in zarteren Tönen gehalten werden. Es ist unmöglich, für die Spezialkarten der Schweizeralpen eine einheitliche Farbenskala durchzuführen (vgl. hierüber die Preisarbeit von Albert Heim, Sit imago speculum veritatis, Internat. Geologenkongress Bologna 1881).

Die im Kartenoriginal mit feiner Feder und Tusche ausgezogenen Farbgrenzen werden vom Lithographen auf Gelatine oder Pauspapier gepaust und von dieser auf die Druckplatte aus Stein oder Aluminium übertragen, und zwar wegen der Dehnung des Papieres durch die Feuchtigkeit Quadrat um Quadrat. Statt feinster Punktierung hat sich am besten feinste Strichelung erwiesen. Unter Umständen sind ganz ausgezogene feinste Grenzstriche vorteilhaft. Auf den stummen Grenzlinienabdrücken wird nun für jede einzelne Farbe je ein Farbenoriginal hergestellt, im ganzen also so viele, als einzelne Farbdrucke auszuführen sind. Dabei dürfen die Kombinationen nicht vergessen werden. Eine Hauptschwierigkeit ist die Wahl von möglichst wenig einzelnen Farbplatten, die durch Kombination möglichst viele leicht voneinander unterscheidbare und für die Formationen passende Farbtöne ergeben. Diese viel Erfahrung erfordernde Auswahl wird für die „Beiträge" seit Jahren von Albert Heim als Präsident der schweizerischen geologischen Kommission getroffen. Alle Mischfarben können durch Kombination der Reintöne erzielt werden (wie z. B. verschiedene Braun durch rosa + grün, oder rosa + ½ grün etc.). Halb-, Drittel- oder Viertelstöne werden meist durch feinste Maschinenschraffur oder Raster aus den Volltönen hergestellt. Obwohl diese Arbeit bei komplizierten Grenzen unter Umständen teurer wird als die Zuhilfenahme weiterer Farbdruckplatten, hat sie den ausserordentlichen Vorteil, dass je nach Richtung und Breite der Schraffurlinien oder Raster mit der Lupe die verschiedenen, zu ähnlich ausgefallenen oder später verblichenen Töne voneinander unterschieden werden können. Die Kombination darf aber nicht zu weit getrieben werden. Nie sollten mehr als drei, am besten nur ein bis zwei Einzeltöne an der gleichen Grenze zusammenstossen, weil sonst bei der geringsten Verschiebung unreine Ränder entstehen.

Ausser den durchsichtigen Farbtonplatten braucht man meistens noch zwei bis drei Farbzeichenplatten mit Deckfarben für Zeichen und besonders hervorzuhebende Gesteine, die nur ganz kleine Flächen einnehmen.

Die einfachsten Karten können mit drei Farbplatten hergestellt werden. Die komplizierteren neuen Spezialkarten, welche in den letzten 15 Jahren von der schweizerischen geologischen Kommission herausgegeben worden sind, erforderten 5—10 Farbtonplatten mit 1—3 Farbzeichenplatten, den Schwarz-, Blau- und Braundruck der topographischen Unterlage nicht mitgerechnet. Ganz prachtvolle Resultate haben z. B. die Spezialkarten No. 50, 55, 69, 84 ergeben. Als Übersichtskarte steht wohl die zweite Auflage der geologischen Karte der Schweiz in 1 : 500 000 unübertroffen da, bei der allerdings auf

Schraffur verzichtet und im ganzen das Höchstmass von 24 Druckplatten angewendet wurde: 4 für die Topographie, 17 Farbtöne und 3 Farbzeichen.

Bei kritischen Farben und zur Kontrolle der letzten Korrekturen ist es oft notwendig, dass der Herausgeber oder der Autor persönlich die Druckarbeit an der Maschine überwacht.

Die gleichen, aber bedeutend vereinfachten Arbeitsmethoden gelten für die farbigen Tafeln von Profilen und Ansichten oder Photographien. Bei Federzeichnungen in Schwarz fällt der teure Grenzstich weg, dagegen dürfen bei perspektivischen Darstellungen nur zarte Farbtöne verwendet werden, da sonst die Perspektive und damit das Verständnis derselben verloren geht.

Auch photographische Drucke können direkt mit Farben überdruckt werden (vgl. „Beiträge“ Lfg. XX, Taf. X–XIII). Die Photographien müssen aber weich sein, in Schwarzgrau gehalten werden und dürfen keine breite dunkle Schlagschatten enthalten.

Selbst die besten Originale erfordern bei komplizierten Karten wiederholte Korrekturen mit hunderten von Einzelverbesserungen, und von der Zeit der Eingabe des Originals vergeht bei ununterbrochen fortgesetzter Arbeit wenigstens ein Jahr bis zum ersehnten Tag der Herausgabe, der dem Autor den Abschluss des wichtigsten Teiles seiner Alpenaufnahme bedeutet.

Petrographische Provinzen der Schweiz.

Von

PAUL NIGGLI (Tübingen).

(Als Manuskript eingegangen am 11. Juli 1918.)

Mit der Erkenntnis, dass jedes Gestein, in der zur Beobachtung gelangenden Ausbildung, notwendiges Produkt aller physikalisch-chemischen Faktoren ist, die während der erstmaligen Bildung und seiner Umbildung im Laufe der geologischen Epochen wirksam waren, trat das Problem der Gesteinsassociation in der Petrographie in den Vordergrund. Gesteine, die unter ähnlichen und voneinander abhängigen Bedingungen gebildet wurden, vereinigt man zu einer petrographischen Provinz. Entsprechend den drei Hauptentstehungsweisen können sedimentäre, magmatische und metamorphe Gesteinsprovinzen unterschieden werden. Dabei kann es sehr wohl sein, dass ein Gestein nach seinen verschiedenen Stadien der Bildung und Umbildung zeitlich verschiedenen Provinzen zugeordnet werden muss, beispielsweise einer ursprünglich magmatischen Provinz und einer oder mehreren, später in Erscheinung tretenden, metamorphen Provinzen. Dass die Alpen, und insbesondere die Schweizeralpen, eine klassische Stätte für derartige Untersuchungen geworden sind, verdanken wir zum nicht geringen Teil den geologischen Forschungen unseres Jubilars Albert Heim, sowie den petrographischen Studien seines Kollegen U. Grubenmann. Wer das Glück gehabt hat, beider Schüler zu sein, wird stets dankbar der sich gegenseitig ergänzenden Anregungen dieser ausgezeichneten Lehrer gedenken.

Die Gesteinsprovinzen magmatischen Ursprungs haben bis heute die eingehendste Berücksichtigung erfahren. Die Verwandtschaft ist hier zum grossen Teil eine stoffliche (Blutsverwandtschaft). Die nach aussen wandernden Magmen differentiierten sich im temporalen und lateralen Sinne und gaben so Anlass zur Entstehung magmatischer Gesteine verschiedener Zusammensetzung, aber mit deutlichen Beziehungen chemischer Art untereinander. Eine Hauptaufgabe der Eruptivgesteinskunde ist es, die Abhängigkeit des Differentiationsverlaufes von geologischen Faktoren darzutun. Zu dem Zwecke müssen wir den Differentiationsverlauf, das heisst die Art der Beziehungen chemischer Natur zwischen den Magmen (jetzt Gesteinen) ein und desselben Stammes, kurz kennzeichnen können. Wir müssen gewissermassen Typen der magmatischen Provinzen aufstellen und diese untereinander und in Rücksicht auf die während der Bildungszeit massgebenden geologischen Faktoren vergleichen. Nur wenn alle bereits näher untersuchten Eruptivgesteinsprovinzen nach der gleichen Methode berechnet werden, der Differentiationsverlauf in unter sich streng vergleichbaren Diagrammen dargestellt wird, ist Aussicht auf Erfolg vorhanden. Bei der Ausführung einer grösseren systematischen Arbeit dieser Art sind von mir eine Reihe von untersuchten petrographischen Provinzen der Schweiz in Betracht gezogen worden. Da eine kurze Diskussion der Diagramme auch ohne Berücksichtigung der Hauptfragen mancherlei interessante Beziehungen offenbart, möge sie hier erfolgen. Eine Ergänzung wird später Gelegenheit zu einer allgemeinen vergleichenden Behandlung ergeben.

Zur Darstellung der chemischen Verhältnisse von Gesteinsanalysen wird in dieser Arbeit durchgängig ein neues, eingehend von mir geprüftes Verfahren angewandt. Die Molekularzahlen von Al_2O_3 $(Fe, Mg, Mn)O$, CaO und $(K, Na)_2O$ werden auf die Summe 100 umgerechnet[1]) und als *al*, *fm*, *c*, *alk* bezeichnet $(al + fm + c + alk = 100)$. Jedem Gestein kommt dann in einem Konzentrationstetraeder mit *al*, *fm*, *c*, *alk* als Eckpunkten ein Punkt zu. Die im molekularen Verhältnis $[CaO + (Fe, Mg, Mn)O + (K, Na)_2O + Al_2O_3] : SiO_2 = 100 : x$ stehende Zahl x wird als *si*-Zahl bezeichnet. Sie kann im Konzentrationstetraeder dem Punkt beigeschrieben werden, wodurch das Gestein bereits in den wesentlichen Merkmalen bestimmt ist. In gleicher Weise werden, wenn notwendig, TiO_2–, CO_2–, P_2O_5 –, SO_3 –, Cl_2 – Zahlen (*ti*, *co*, *p*, *so*, *cl*) berechnet. Die molekularen Verhältnisse $\frac{K_2O}{Na_2O + K_2O}$ und $\frac{MgO}{FeO + MnO + MgO}$ werden als *k* und *mg* bezeichnet und in einem besonderen rechtwinkligen Diagramm einander gegenübergestellt. Damit sind alle wesentlichen Verhältnisse der Gesteine dargestellt: *si*, *al*, *alk*, *fm*, *c*, *k*, *mg* genügen bei Eruptivgesteinen meistens zur vollkommenen Charakterisierung. Die Berechnung ist, was hier nicht dargetan werden kann, gleich günstig zur Darstellung sedimtärer, magmatischer und metamorpher Provinzen. Sie darf als Universalmethode bezeichnet werden, die auch sehr gut gestattet, Sedimente von Eruptivgesteinen zu unterscheiden.

---

[1]) Alles Fe_2O_3 als FeO in Rechnung gebracht. Zu CaO eventuell BaO, SrO; zu K_2O eventuell Li_2O; zu Al_2O_3 eventuell Cr_2O_3.

Um ein Differentiationsdiagramm zu erhalten, das die gegenseitigen chemischen Beziehungen der Gesteine erläutert, wählt man die *si*-Zahl zur Abscisse, die *al, fm, c, alk*-Zahlen zu Ordinaten.

Die Ordinatenendpunkte *al* werden unter sich, ebenso die von *fm, c, alk* jeweilen unter sich, verbunden. Die entstehenden Kurven geben die Abhängigkeit der übrigen chemischen Bestandteile von SiO_2-Gehalt an. Sie können auch miteinander verglichen werden und zeigen dann, welche Bestandteile gleichgerichtetes oder gegensätzliches Verhalten aufweisen. Gegenüber andern Darstellungen besitzt diese den grossen Vorteil, dass die Ordinatenzahlenwerte vom *si*-Gehalt nicht mehr direkt rechnerisch abhängig sind. Da man die SiO_2-freie Restsumme auf 100 berechnet hat, sind die Abscissenwerte tatsächlich etwas Neues, das mit den Ordinatenwerten verglichen werden kann. Gegenüber der Osannschen Berechnung ist die vollständige Trennung von CaO einenteils von den Alkalien, andernteils von (Fe Mg) O, hervorzuheben. Physikalisch-chemische und mineralogische Befunde sprechen dafür, dass (Fe, Mn, Mg) O und $(K, Na)_2O$ als Sammelkomponenten durchaus zweckmässig gewählt sind. Ausserdem ist auch die in den Nebendiagrammen zum Ausdruck kommende Abhängigkeit zwischen *k* und *mg* sowohl für den Mineralbestand als den Differentiationsverlauf kennzeichnend. (H. S. Washington) (Alkaliaugite Na Fe Biotite vorwiegend K Mg).

In den hier publizierten Diagrammen sind für analoge Punktwerte und Kurven, um die Übersichtlichkeit zu erleichtern, stets die gleichen Symbole verwendet worden. Fig. 1 gibt das benutzte Schema an.

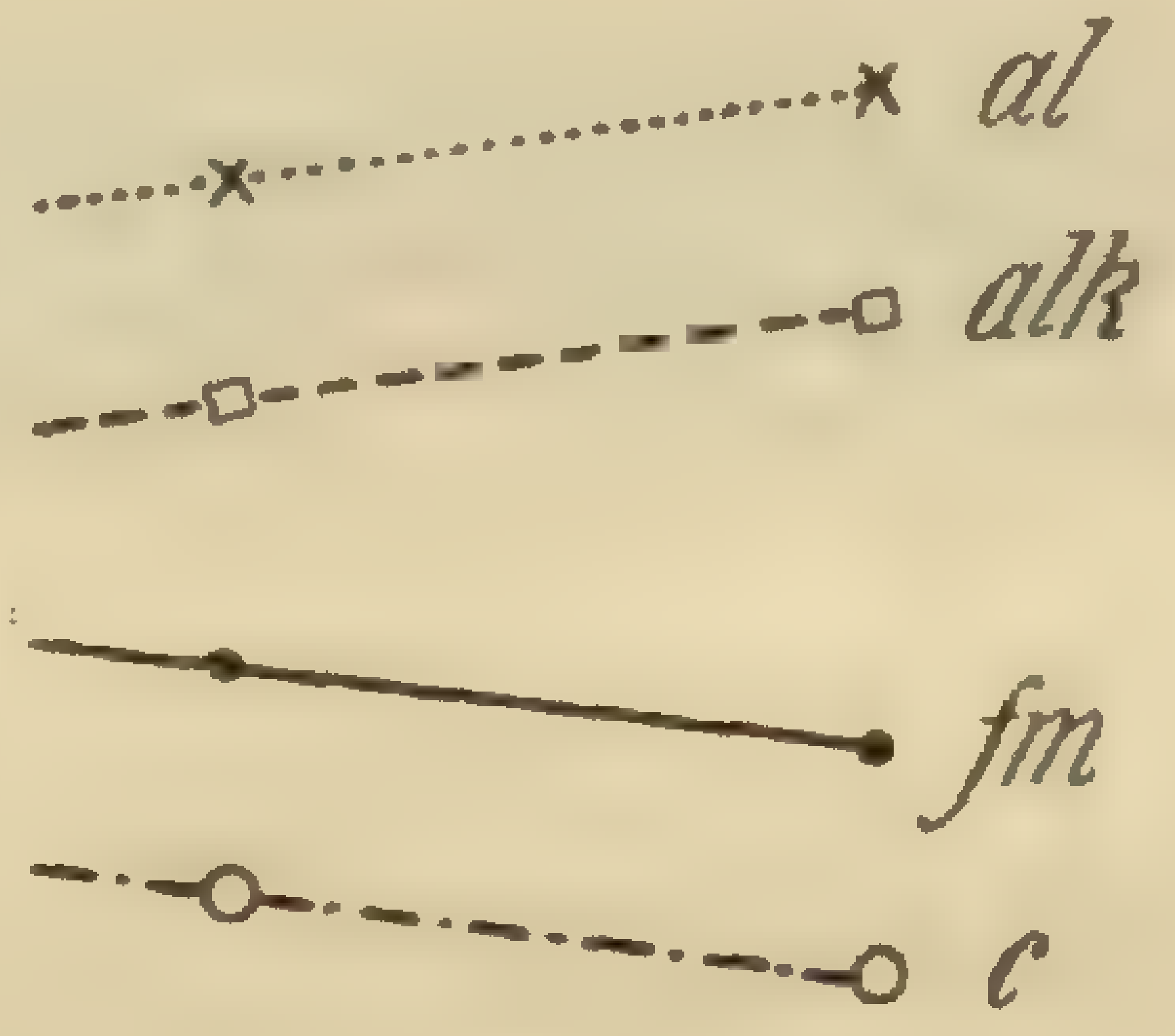


Fig. 1

TiO_2 (als *ti*) ist nirgends berücksichtigt worden, ebensowenig P_2O_5 (als *p*). Zur Gewinnung eines ersten Überblickes können diese, übrigens nicht immer bestimmten Bestandteile sehr wohl vernachlässigt werden. Die betrachteten petrographischen Provinzen sind von ganz verschiedener Art. Zum Teil handelt es sich um grössere, komplexe Einheiten, zum Teil um kleinere, engere Verwandtschaften. In allen Fällen gestattet das Differentiationsdiagramm die Beziehungen chemischer Natur herauszulesen.

Die Untersuchung einer sehr grossen Zahl petrographischer Provinzen hat mir gezeigt, dass für den Gesamtverlauf der Differentiation in einem bestimmten Gebiet die chemischen Verhältnisse jener Gesteine charakteristisch sind, für welche $fm = al$ ist. (Seien diese Gesteine tatsächlich vorhanden oder werde ihre mutmassliche Zusammensetzung durch Interpolation aus den Differentiationskurven gefunden.)

Je enger die Verwandtschaft der miteinander verglichenen Gesteine ist, umso grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass einfache Kurven die gleichartigen Ordinatenwerte verbinden. Da al im allgemeinen mit sinkendem si abnimmt, fm zunimmt, schneiden sich irgendwo beide Kurven. Die Grösse der für diesen Schnittpunkt charakteristischen si-Zahl, sowie die bei gleichem si gerade vorhandenen Werte für alk und c variieren sehr stark und bestimmen im Grossen den gesamten Differentiationsverlauf. Gesteine von diesem Charakter ($fm = al$) werden von mir *isofal* genannt (gleiches fm und al). Das Gebiet der *Isofalie* muss daher für alle durchgehenden Gesteinsserien aufgesucht werden. Durchgehend ist die Gesteinsserie, wenn sowohl Gesteine mit $fm > al$ als mit $fm < al$ auftreten.

Einseitige Gesteinsserien liegen nur auf der einen Seite der Isofalie. Komplexe Gesteinsserien umfassen Eruptivgesteine verschiedener struktureller Ausbildung (Tiefengesteine, Ganggesteine, Ergustgesteine), einfache Gesteinsserien werden von unter ähnlichen Bedingungen erstarrten Magmen gebildet. (Nur Ganggesteine eines Stammagmas oder nur verschiedene Facien eines Tiefengesteinstockes oder nur verschiedene Ergüsse eines Magmaherdes.)

Diese allgemeinen Erörterungen vorausgeschickt, kann an die spezielle Darstellung einiger schweizerischer petrographischer Provinzen geschritten werden.

Alle Figuren sind, um den Einzelvergleich zu ermöglichen, am Ende des Textes angeschlossen worden.

1. Ganggefolgschaft des Albtalgranites im Südschwarzwald.

Tabelle I. Schwarzwald (Südrand). (P. Niggli.)

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
481	52	6	0	42	0.26	0.13	P. Niggli	Roter Turmalin-Aplit. Laufenburg, Schweiz
448	46	7	8	39	0.41	0.35	L. Hezner	Weisser ? älterer Aplit. " "
410	48	9	8	35	0.45	0.22	"	Roter Aplit. " "
369	45	12	7	36	0.48	0.27	P. Niggli	Ganggranit. " "
270	38	25	12	25	0.41	0.52	H. Hirschi	Albtalgranit. Albtal, Baden
233	38	25	18	19	0.38	0.26	P. Niggli	Gang- ? Mischgang. Laufenburg, Schweiz
217	33	31	16	20	0.42	0.43	O. H. Erdmannsdörffer	Amphibolgranit. Wehrathal, Baden
197	31	28	22	19	0.42	0.50	P. Niggli	Lamprophyr. Laufenburg, Schweiz
197	29	33	18	20	0.52	0.54	"	" Wehratal, Baden
180	24	39	17	19	0.61	0.59	O. H. Erdmannsdörffer	" " "
167	25	47	16	12	0.54	0.62	H. Ph. Roothaan	" Laufenburg, Schweiz
143	20	46	14	20	0.53	0.75	"	" " "

Der grobkörnige, porphyrartige Biotitgranit des Albtales im Südschwarzwald besitzt ein Ganggefolge aplitischer und lamprophyrischer Gesteine. Die Lamprophyre sind jünger als die Aplite. Die eingehende petrographische Untersuchung ist noch nicht abgeschlossen. Von mir, oder auf meine Veranlassung hin, wurden eine Reihe von Ganggesteinen, die bei den Sprengungen für das Laufenburger Kraftwerk in frischem Zustand geschlagen werden konnten, chemisch analysiert. In der Tabelle sind die Daten verglichen mit solchen, die aus einer Arbeit von O. H. Erdmannsdörffer (Mitt. Grossh. Bad. geol. L. A. IV 1901) berechnet wurden. Die Differentiation des Hauptmagmas in zwei neue, komplementär erscheinende Teilserien ist aus dem Differentiationsdiagramm (Fig. 2) gut ersichtlich. Die basische Abspaltung besitzt echt lamprophyrischen bis durbachitischen Charakter. *c* nimmt mit sinkender Kieselsäure nur wenig zu. Der Hauptgranit liegt rechts der Isofalie, die bereits ins Lamprophyrfeld fällt.

Isofalie bei ungefähr $si = 200$; $al = fm$ ungefähr je 30; $c = alk$ ungefähr je 20. *alk* ist gleich *fm* im Hauptgranit bei $si = 270$. Abgesehen vom pneumatolytischen Turmalinaplit, besitzt *k* mittlere Werte von 0,35—0,65 (Fig. 2a). Im allgemeinen, wenn auch nicht streng einsinnig, nimmt *mg* mit fallendem *si* zu. Die Lamprophyre sind zu einem grossen Teil biotitreich.

Das Differentiationsbild ist in mancher Hinsicht bereits typisch für durchgehende magmatische Gesteinsserien: Mit sinkendem *si* nehmen im grossen und ganzen *al* und *alk* ab und *fm* und *c* zu. Je geringer anfänglich gegen links hin die Abnahme der beiden ersten Grössen ist, bei umso kleinerem *si*-Gehalt stellt sich die Isofalie ein. Isofalie bei ungefähr 200 ist immer noch typisch für pazifischen Charakter der Gesteinsassociation, in ausgesprochen atlantischen Provinzen kann die Isofalie bis gegen $si = 100$ verschoben werden.

2. Das zentrale und östliche Gotthardmassiv.

Teiluntersuchungen über Eruptivgesteine des Gotthardmassivs liegen von U. **Grubenmann** und seinen Schülern (P. Waindziok, L. Hezner, A. Schneider, P. Niggli, L. J. Krige) vor. Eine eingehende Gesamtuntersuchung der geologischen und petrographischen

Tabelle II. Gotthard. (P. Niggli.)

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
458	50	7	4	39	0.56	0.48	L. Hezner	Aplit im Kristallinagranit. Scopi
413	42	15	9	34	0.52	0.68	„	Randaplit d. Medelser Protogin. Somvixertal
317	44	12	13	31	0.50	0.38	„	Medelser Biotit-Protogin. Santa Maria
293	39	21	15	25	0.53	0.29	H. Ph. Roothaan	Kristallinagranit
247	34	28	17	21	0.24	0.42	L. Hezner	Kristallinagranit. Lukmanier Skai
263	35	25	19	21	0.23	0.40	„	„ „ „
193	30	36	18	16	0.26	0.58	H. Ph. Roothaan	Diorit. Ufiern-Kristallinatal
159	28	35	22	15	0.21	0.52	„	„ „ „
148	29	40	17	14	0.63	0.56	W. van Holst	Lamprophyr. Lukmanier
195	34	39	7	20	0.67	0.41	L. Hezner	Basische Schliere in Protogin. Lukmanier
448	43	18	6	33	0.57	0.28	L. Hezner	Orthogneis. Val Nalps
434	49	9	5	37	0.70	0.25	„	„ Punta nera
437	47	17	2	34	0.55	0.45	„	Quarzporphyr. Muraun
411	45	17	9	29	0.62	0.48	„	Orthogneis. Val Termine
407	42	16	11	31	0.44	0.22	P. Waindziok	Gamsbodengneis. Gamsboden
280	39	22	16	23	0.42	0.42	L. Hezner	Bugneigranodiorit. Bugnei
157	25	42	20	13	0.28	0.63	„	Diabasporphyrit. Muraungebiet
138	31	39	21	9	0.28	0.48	A. Schneider	Granatamphibolit. Gigestaffel
105	23	45	27	5	0.21	0.60	„	„ „
100	20	51	24	5	0.22	0.52	L. Hezner	Amphibolit. Piz Nadèls
60	4	90	5	1	?	0.90	A. Schneider	Diallagperidotit. Gigestaffel
56	1	94	4	1	0.25	0.89	„	„ „
52	0.5	99	—	0.5	?	0.89	„	„ „
Zum Vergleich:								
362	43	18	4	35	0.83	0.25	J. Meyer	Granit ob Van. Aiguilles-Rouges (Eclog. geol. Helv. 1916)

Verhältnisse ist seit einigen Jahren von mir in Angriff genommen. Viele hier publizierte Analysen entstammen dieser Untersuchungsreihe. Die ältesten vorkarbonischen Intrusionen weisen gabbroid-peridotitischen Charakter auf. Alte, sehr SiO_2-reiche, granitische Gesteine wurden ebenfalls bereits durch die variscisch-herzynische Faltung intensiv gestreckt; sie treten heute als Streifen-Stengelgneise zu Tage. Am Ende dieser Faltungsperiode intrudierten granitische Magmen, mehrere Stöcke bis Lakkolithen bildend. Sie weisen zum Teil eine granodioritische bis dioritische Differentiation auf und sind von aplitischen und lamprophyrischen Gängen durchsetzt. Das entstandene Faltengebirge wurde intensiv erodiert, grosse Verrucanomassen lagerten sich zwischen jetzigem Aar- und Gotthardmassiv, besonders im östlichen Teil, ab.

Gleichzeitig fanden porphyritische Extrusionen und Lagerintrusionen statt. Quarzporphyre bildeten sich teils gleichzeitig, teils etwas früher. Der zentrale granodioritische Kern bewährte sich zur Zeit der Alpenfaltungen als stauende, versteifende Masse. Der vor praetriasischer Erosion geschützte, glimmerschieferreiche und mit Verrucanofüllmaterial reichlich bedachte, nördliche Teil wurde zwischen den Intrusionskernen von Aar und Gotthardmassiv zusammengepresst und zum Teil, vom Verrucano an, in Faltendecken nordwärts vorgetrieben. Schliesslich pressten die letzten penninischen Schübe das ostwärts absinkende Massiv diskordant an und auf das Aarmassiv. Vulkanische bezw. magmatische Tätigkeit ist zur Alpenfaltungszeit nicht erkennbar. Alle Eruptionsgesteine sind vormesozoisch.

Der Charakter der granodioritischen Differentiation der carbonischen Intrusion ist aus der Gesteinsassociation des Medelser-Cristallinatales ersichtlich, die von mir eingehend untersucht wird.

Die zu dem Zwecke bis jetzt ausgeführten Analysen findet man im ersten Teil der Tabelle 2 auf die Werte *si, al, fm, alk, c, k, mg* berechnet. Fig. 3 zeigt das Differentiationsdiagramm. Die analysierten Gesteine sind möglichst frisch, ein geringer Tonerdeüberschuss in den sauren Gliedern ist nur zu einem geringen Teil eine Folge der Metamorphose. Die Haupttiefengesteinsdifferentiation ist ähnlich der des Electric Peaks und der Sierra Nevada in Nordamerika, ähnlich auch der Differentiation in der Selladecke der Bernina. Biotitgranit, Biotit und Biotit-Hornblendegranodiorite, Hornblendediorite sind die Hauptfacien. Aplite und Lamprophyre erweitern das Differentiationsbild nach links und rechts hin. *k* schwankt ziemlich stark, vielleicht auch etwas infolge der metamorphisierenden Einflüsse. In intermediären Gesteinen ist *k* oft niedriger als im benachbarten Aarmassiv oder in der Selladecke. Von besonderem Interesse ist die sekundäre Differentiation, die in einer biotitreichen, lamprophyrischen Schliere im Medelserprotogin erkenntlich ist. (Fig. 5 und Fig. 5a.) Sie ist im Sinne von L. Milch der reinste Typus einer durbachitischen Differentiation. Das Diagramm zeigt, dass einzig *fm* sich anreichert, während *al*, *alk* und *c* fast ganz gleichmässig abnehmen. Auch *mg* (siehe Fig. 5a) bleibt fast unverändert, *k* wird grösser. Mineralogisch bedeutet das, dass die gleichen Mineralkomponenten in Schliere und Hauptgestein anwesend sind und einzig Biotit angereichert wurde. Zum Vergleich findet man in den Figuren 5 und 5a auch das Bild der namengebenden, durbachitischen Differentiation gestrichelt eingezeichnet. Der Vorgang ist hier bereits etwas komplizierter, *c* reichert sich mit abnehmendem *si* gleichfalls an. (Hornblende!) Auch *mg* ändert sich dort, entsprechend einer Wanderung verschiedenartiger femischer Molekeln, ausserordentlich stark. Im Gegensatz zu manchen Schlieren im Striegauer Granit nimmt mit sinkendem *si* *mg* zu.

Der Totalcharakter der hauptsächlichen Eruptivgesteinsassociation (exklusive Ganggesteine) im östlichen Gotthardmassiv, ohne Rücksicht auf das Alter, geht aus dem Diagramm Fig. 4 hervor. SiO_2-reiche, ältere Granite und jüngere Quarzporphyre besitzen *si* um 400. Im mittleren Teil finden sich die Granodiorite, Granite und Diorite des Medels und wohl auch der Fibbia, sowie jüngere prophyritische Gesteine. (Die von R. Beder beschriebenen des Verrucano der Glarnerdecke sind zu stark zersetzt, so dass die Analysen nicht verwendet werden konnten.) Gabbroide Gesteine sind fast durchwegs alt. Sie sind jetzt als Amphibolite vorhanden. Strukturelle und mineralogische Nachweise des früheren eruptiven Charakters sind fast keine vorhanden. Manche Amphibolite sind auch sicher sedimentär. Die hier berücksichtigten drei, mit grosser Wahrscheinlichkeit eruptiven Gesteine sollen nur zeigen, dass derartige Differentiationsglieder vorhanden sind. Serpentine und Talkschiefer zeigen hingegen noch alle Übergänge zu Diallagperidotiten und Harzburgiten.

Das Associationsdiagramm, das temporal und lateral verschiedenartige Gesteine umfasst, die aber alle einer grossen Einheit angehören, kann als typisch für die Granit-Diorit-Peridotitreihe gelten. Isofalie um $si = 200$; $al = fm$ ungefähr 30-31; *c* ungefähr 19, *alk* ungefähr 18. Die Differenz *al-alk* beträgt in einem grossen *si*-Intervall zirka 13 Einheiten. Ganz ähnliche Verhältnisse sind in der Hauptserie der Sierra Nevada Nordamerikas vorhanden

3. Differentiation im östlichen Aarmassiv.

Tabelle III. Östliches Aarmassiv.

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
402	51	2	4	43	0.39	?	L. Hezner	Aplit. Schattigwichel
348	39	15	13	33	0.39	0.48	„	Granitporphyr. Kleiner Mutsch
192	28	32	16	24	0.66	0.63	M. Dittrich	Kalisyenit. Piz Giuf
183	32	38	16	14	0.53	0.50	L. Hezner	Kersantit. Giufstöckli
174	27	38	23	12	0.34	0.64	„	Spessartit. Roter Wichel
420	44	11	7	37	0.49	0.06	L. Hezner	Quarzporphyrrandfacies des Granites Witenalpstock
419	42	19	7	32	0.41	0.29	?	Aaregranit. Nünistock
314	44	10	9	36	0.47	0.38	L. Hezner	Quarzreicher Granit. Gliemsstöckli
290	39	25	6	30	0.46	0.50	„	Tödigranit. Tödi
287	45!	17	14	24	0.55	0.47	„	Granit. Brigelserhörner
271	28	30	15	27	0.50	0.52	„	Pontegliasgranit-Syenit. Val Ponteglias
215	28	35	14	23	0.52	0.64	„	Granit-Syenit. Piz Tgietschen
166	23	41	18	18	0.45	0.65	„	Monzonitisches Gestein. Piz Tgietschen
146	23	40	20	17	0.35	0.61	„	„ „ Gliemsstöckli
137	23	44	19	14	0.17	0.42	„	Diorit. Somvix
119	22	44	22	12	0.13	0.44	„	„ Piz Tumbif
114	28	37	23	12	0.24	0.69	„	„ „ „

Literatur: F. Weber. Beiträge geol. Karte der Schweiz. N. F. 14. (1904).
J. Königsberger. Erläuterungen zur geol. Karte des Aarmassives. (1910).
B. G. Escher. Dissertation Zürich (1911).
F. Weber, U. Grubenmann, L. Hezner. Viertelj. Zürich. Nat. Ges. 61 (1916).

Zum Vergleich mit dem benachbarten Gotthardmassiv ist ein näheres Eingehen auf den Charakter der Gesteinsassociation im Aarmassiv durchaus notwendig. Die Arbeiten von F. Weber, J. Königsberger, B. G. Escher, W. Staub und R. Beder, sowie eigene Beobachtungen geben genügende Anhaltspunkte. Lediglich zur Demonstration, dass einige Schlussfolgerungen sich bereits zahlenmässig stützen lassen, wurden einige Tiefengesteinsanalysen, die U. Grubenmann und L. Hezner publizierten, und die Material zu einer von F. Weber seit mehreren Jahren in Angriff genommenen weiteren Arbeit sind, berechnet.

Die geologische Geschichte und Intrusionsfolge ist durchaus ähnlich der des Gotthardmassives. Die vermutlich ältesten erkennbaren, vorkarbonischen Intrusionen waren peridotit-gabbroider bis dioritischer Natur. Darauf folgte die Intrusion granitischer Gesteine, die jetzt als Erstfeldergneis etc. zu erkennen sind. In Begleitung der Faltung, besonders gegen Schluss hin, setzte die Hauptintrusion der Syenite, Aargranite und ihrer Differentiationsprodukte ein. Während einer Erosionsperiode, vielleicht gefolgt von einer zweiten schwachen Aufrichtung, intrudierten und extrudierten quarzporphyrische-porphyritische Massen. Zwischen Aar- und Gotthardmassiv findet man noch im Verrucano Quarzporphyre und basische Eruptiva. Chemisch zeigt die karbonische Tiefengesteinsdifferentiation im Gotthard- und Aarmassiv wenigstens zum Teil ein verschiedenes Verhalten. Im östlichen Gotthardmassiv wiegt die granitisch-granodioritisch-dioritische Association weitaus vor, im östlichen Aarmassiv ist der Alkaligehalt im allgemeinen ein höherer, so dass die Differentiation zu einer granitisch-syenitisch bis monzonitisch-dioritischen wird. Beiderorts sind saure und intermediäre Gesteine relativ kalireich ($k = 0.35-0.66$). Eingehend hat bis jetzt Fr. Weber den Kalisyenit vom Piz Giuf (etwas älter verfestigt als der zentrale Granit) und die Ganggesteine in seiner Nähe untersucht. Naturgemäss ist die strenge Zugehörigkeit der Gänge zum Syenit (im Gegensatz zum begleitenden Granit) nicht beweisbar. Das Differentiationsdiagramm (Fig. 6) zeigt sofort den besonderen Charakter mancher Differentiationen im Aarmassiv gegenüber solchen im östlichen Gotthardmassiv. alk ist von $si = 200$ an nach rechts hin nur um 4—8 Einheiten geringer als al.

Vergleicht man die Zahlen für den Kalisyenit mit denen des Tödigranites, des Nünistockgranites, des Pontegliasgranitsyenites, so wird die Ähnlichkeit der Differentiation mit der der Little Belt Mountains von Montana (Nordamerika) ersichtlich. Analysen von in Untersuchung begriffenen Gesteinen bestätigen diese Schlussfolgerung aufs beste. (Siehe Fig. 7 und 7 a). Ausser dieser vorwiegend syenitisch-monzonitischen Differentiation ist eine granodioritische ebenfalls vorhanden. Zum Teil ist sie älter, zum Teil findet sie sich gegen das Gotthardmassiv hin. Der Granodiorit vom Bugneital, südlich des zentralen Aaregranites, ist von mir untersucht und zur Association des Gotthardmassives gestellt worden.

Isofalische Gesteine finden sich im Aarmassiv von $si = 270$ bis ungefähr 190. (Eigentliche Isofalie wohl um 270). c ist in diesem Gebiet bedeutend kleiner als alk. Das ergibt den wesentlichen Unterschied gegenüber dem östlichen Gotthardmassiv und auch dem Schwarzwaldgebiet. Der Südschwarzwald ist in dieser Hinsicht eher etwas näher verwandt als das Medelsergebiet. Die Isofalie der Little Belt-Mountaingesteine liegt bei ungefähr $si = 210$.

4. Eruptivgesteine der Selladecke des Berninagebietes.

Tabelle IV. Selladecke. Bernina (R. Staub. Diese Zeitschrift 60 [1915] 202).

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
422	45	6	6	43	0.26	0.53	S. Staub	Banatitaplit. N. Chapütschin
260	39	24	16	21	0.45	0.50	„	Banatitische Randfacies. Kl. Chapütschin
243	34	31	19	16	0.50	0.64	R. Staub	Quarz-Monzonit „ Vadret da Roseg
230	35	29	17	19	0.49	0.45	„	Banatit. „ „ „
210	32	34	19	15	0.39	0.44	S. Staub	Quarz-Hornblendemonzonit „ „ „
206	36	30	19	15	0.46	0.49	R. Staub	„ „ „ „ „
150	22	42	23	13	0.04	0.39	S. Staub	? Metamorpher Lamprophyr. Scerscen
126	22	42	25	11	0.45	0.49	„	„ „ Vadret da Roseg

Es handelt sich um oberkarbonische Intrusivgesteine des südlichen Alpengebietes, die bei der Alpenfaltung in Decken nordwärts vorgetrieben wurden und dabei starke Epimetamorphose erlitten haben. Die Intrusion erfolgte nach R. Staub ihrerseits am Schlusse karbonischer Faltungsvorgänge. Die nachträgliche Metamorphose hat der Chemismus nicht sehr merklich, stellenweise aber doch erkennbar, verschoben. So ist der hohe Tonerdegehalt des „Quarzmonzonites" *si* = 206 wohl eine sekundäre Erscheinung. Inwiefern das Alkalienverhältnis noch primär ist, lässt sich mit Sicherheit schwer feststellen, die annähernde Konstanz (ausgenommen *si* = 150) steht mit dem ursprünglichen Gesteinscharakter in guter Übereinstimmung. Der relativ hohe bis mittelhohe *c*-Gehalt bedingt die mittelhohen Zahlen für *mg*. $\frac{c}{fm}$ ist wenig schwankend.

Die Gesteine gehören einer komplexen (zweifachen), durchgehenden Gesteinsserie an, umfassend Typen von Intrusivkörpern mit ihren Randfacien und den zugehörigen schizolithischen Gängen.

Wegen der durch Metamorphose bedingten kleinen Unregelmässigkeiten im Chemismus empfiehlt sich die Zeichnung von mittleren ausgeglichenen Kurven (Siehe Fig. 8). Der eigentümliche, ausgesprochen pazifische Charakter der Gesteinsassociation tritt so übersichtlich zu Tage. Ein Hauptintrusionsgestein ($si = 210$) besitzt angenähert den Charakter der Isofalie. Die *alk*-Kurve liegt in den Mittelpartien tief unter der *al*-Kurve. Dementsprechend ist dort $c \geq alk$ und liegt die Isofalie mittelhoch. (Bei ungefähr $si = 211$; $al = fm$ um 32.5; $alk = 15.5$, $c = 19.5$). Die von 100 *si* ausgehende, schräg aufwärts verlaufende Gerade ist die Sättigungslinie für Metasilikate und Feldspäte. Nur die Lamprophyre liegen wenig unterhalb der Sättigung (erkenntlich an den darüber liegenden *alk*-Punkten).

Die „Quarzmonzonite“ genannten Gesteinstypen besitzen ziemlich hohe *si*-Zahlen. Damit steht der pazifische Gesamtcharakter im Zusammenhang. Monzonite mit niedrigem *si* sind gerne mit syenitischen Gesteinen vergesellschaftet oder solchen, die der Serie intermediären bis atlantischen Typus verleihen. Chemisch sind die Gesteine, abgesehen von *k*, auch mit dem von R. A. Daly als Granodiorit bezeichneten Typus nahe verwandt.1)

Die Gesteinsassociation weist mannigfaltige Beziehungen zu der des Electric Peaks in Nordamerika auf, doch ist dort *k* kleiner. Die Medelser Granodioritdifferentiation (Fig. 3) des Gotthardmassives besitzt ebenfalls ein ähnliches Diagramm. Im Gebiet der Isofalie ist in der Selladecke *al* (? primär) etwas höher, *alk* etwas niedriger. Die in den Mittelpartien allgemein grössere Differenz *al-alk* leitet zu den tonalitischen Differentiationen über.

Es lässt sich eine Associationsreihe bilden: Östliches Aarmassiv — Südschwarzwald — östliches Gotthardmassiv — Selladecke — Tonalitgruppe.

5. Eruptivgesteine der Errdecke (Bernina) Oberengadin.

Tabelle V. Errdecke. (R. Staub, Viertelj. Nat. Ges. Zürich 1914, 1915, 1916).

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
442	42	16	3	39	0.44	0.27	S. Staub	Alsbachit. Westgrat Piz Corvatsch
421	47	13	6	34	0.38	0.13	R. Staub	Aplit? Vedretta di Scerscen inferiore
387	41	18	13	28	0.64	0.52	S. Staub	Granitfacies. Nordfuss Chapütschin
339	42	18	13	27	0.48	0.08	R. Staub	Granit. Vadret da Corvatsch
336	43	14	11	32	0.45	0.29	S. Staub	„ Val Roseg
321	41	22	10	27	0.49	0.50	„	Granitfacies.? Mortèlhütte
289	42	22	13	23	0.44	0.55	„	Quarzsyenit.? Grat südöstlich Chastelets
261	39	24	18	19	0.77	0.38	„	Basische Schliere in Granit *si* = 339
144	23	56	9	12	0.27	0.55	R. Staub	Lamprophyr.? Südlich Alp Ota
143	19	50	16	15	0.33	0.34	„	„Alkalispessartit“.? Mortèlhütte
133	18	55	17	10	0.35	0.44	S. Staub	Spessartit.? Crap Alp Ota
131	30	38	18	14	0.93	0.58	„	Vogesit.? Piz Corvatsch

---

1) Die Bezeichnung Monzonit wird allerdings von den amerikanischen Petrographen häufig in dem Sinne, wie Staub sie anwendet, gebraucht. So nennt beispielsweise A. Knopf ein Gestein mit $si = 270$; $al = 37$, $fm = 23$, $c = 15$; $alk = 25$; $k = 0.50$; $mg = 0.40$ aus der Helena mining region von Montana bereits Quarzmonzonit!

Über die Abgrenzung von Granit, Granodiorit und Quarzmonzonit siehe W. Lindgren. Am. Journ. of Science 159, Seite 269 (1900).

Die von R. Staub beschriebenen Gesteine sind zum Teil stark mylonitisiert und epimetamorphisiert. Das Alter der Intrusionen ist wohl oberkarbonisch. Bei manchen Gesteinen ist die eruptive Herkunft nicht sichergestellt, die auf den Chemismus sich stützenden Folgerungen sind nicht immer einwandfrei. Auch chemische Änderungen während der alpinen Metamorphose sind nicht ausgeschlossen, bei manchen Gesteinen mit hohem *al* sogar wahrscheinlich.

Die Association ist sicherlich noch typisch pazifisch und steht in naher Verwandtschaft mit der der Selladecke. Die Isofalie wird oberhalb $si = 200$ liegen mit $al = fm$ etwa 32—33 und $alk \backsim c$.

Es ist von Interesse, dass derartige Gesteine gerade in der Selladecke vorliegen, einer Decke, die nach R. Staubs glänzender Synthese der Tektonik der ostschweizerischen Alpen mit der Errdecke das „Wurzelgebiet" gemeinsam hat. In der Tat vergleichen wir die beiden Diagramme Fig. 8 und 9 miteinander, so sehen wir, dass die beiden Hauptgesteine (abgesehen von der sekundären Ganggesteinsdifferentiation) sich gegenseitig zu einer durchgehenden Differentiationsreihe ergänzen. In der Selladecke liegen sie im *si*-Intervall von ca. 200—260, in der Errdecke im *si*-Intervall von 260—400. Beide Diagramme passen bei $si = 260$ fast genau aufeinander.

(Selladecke: $si = 260$; $al = 39$; $fm = 24$; $c = 16$; $alk = 21$; Errdecke: $si = 261$; $al = 39$; $fm = 24$; $c = 18$; $al = 19$.)

Beide Gesteinsassociationen lassen sich daher zweifelsohne zu einer petrographischen Provinz vereinigen und entstammen dem gleichen Magmaherd.

Nun lässt sich der Vergleich mit der Gotthardprovinz auch etwas eingehender gestalten. Die Verwandtschaft ist eine sehr enge. Etwas höherer Tonerdegehalt und niedriger Kalkgehalt in den Mittelpartien der Err-Sellaregion ist vielleicht nur eine sekundäre, durch Metamorphose bedingte Erscheinung. In der Medelser-Differentiation ist $alk = fm$ bei ungefähr $si = 280$, in der Sella-Errdifferentiation zwischen 280 und 290. Nimmt man den höheren *al*-Gehalt als primär an, so leitet die Differentiation, wie bereits erwähnt, schwach zur tonalitischen über. (Siehe Fig. 18.)

Verwandt wäre auch die von V. M. Goldschmidt beschriebene Differentiation des Opdalit-Trondhjemitstammes im südlichen Norwegen mit ungefährer Isofalie bei $si = 230$, $alk = 20$, $c = 16$. Sie ist ebenfalls noch nicht typisch tonalitisch.

Der „Opdalit" besitzt:

$si = 201$; $al = 30$; $fm = 36$; $c = 17$; $alk = 17$ (oder auch $si = 210$) $k = 0.41$, $mg = 0.56$.

Staubs „Quarzhornblendemonzonit“:

$si = 210$; $al = 32$; $fm = 34$; $c = 19$; $alk = 15$; $k = 0.39$; $mg = 0.44$.

Der Diorit im Kristallinatal:

$si = 193$; $al = 30$; $fm = 36$; $c = 18$; $alk = 16$; $k = 0.26$; $mg = 0.58$.

Der Tonalit Taufers Rieserferner:

$si = 206$; $al = 36$; $fm = 31$; $c = 23$; $alk = 10$; $k = 0.39$; $mg = 0.43$.

Der Pyroxenglimmerdiorit vom Electric Peak N. A.

$si = 193$; $al = 30$; $fm = 34$; $c = 19$; $alk = 17$; $k = 0.22$; $mg = 0.58$.

R. A. Dalys Mittel der Granodiorite:

Tabelle VI. Berninagebiet. (Untersuchungsgebiet U. Grubenmanns. Diese Zeitschrift.

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
427	43	10	3	44	0.50	0.14	L. Hezner	Alkaligranit. Piz Chalchagn
376	45	12	11	32	0.44	0.15	„	Biotitgranit. Tschiervahüttenweg
281	42	18	17	23	0.45	0.35	„	Banatit. Ob Spaniolenturm, Pontresina
276	32	29	15	24	0.48	0.39	„	„ Südlich Pontresina
250	36	25	17	22	0.48	0.40	„	„ „ „ blaugrau
195	36	24	19	21	0.37	0.43	„	„Monzonit“. Val Roseg
157	22	40	19	19	0.49	0.42	„	„ „ „ (Ferretobrüche)
136	26	40	24	10	0.30	0.48	„	Gabbrodiorit. Südöstlich Sanssouci
118	23	45	24	8	0.09	0.61	„	„ Isola persa
116	25	43	20	12	0.40	0.63	„	„ Vom See an der Bovalroute
107	22	45	23	10	0.21	0.62	„	„ Val Roseg, Ferreto
448	38	17	3	42	0.45	0.05	„	Paisanit. Erratisch südlich Pontresina
444	37	18	4	41	0.45	0.06	„	„ Linke Moräne Morteratschgletscher
444	43	15	3	39	0.43	0.28	„	Alsbachit. Piz Corvatsch, Westgrat
437	46	9	5	40	0.44	0.22	„	Roter Aplit. Piz Chalchagn
441	36	18	10	36	0.47	0.15	„	Paisanitporphyr. Erratisch Pontresina-Morteratsch
428	45	6	6	43	0.26	0.52	„	Banatitaplit. Moräne nördl. Chapütschin
399	40	10	19	31	0.38	0.10	„	„ Bahnhof Pontresina
354	46	11	13	30	0.47	0.46	„	Monzonitaplit. Weg zur Tschiervahütte
184	32	33	20	15	0.54	0.65	„	Lamprophyr im Banatit. Berninastrasse
183	31	34	17	18	0.54	0 54	„	Glimmerdioritporphyrit. Blöcke, Tschiervahüttenweg
161	28	35	21	16	0.50	0.54	„	Lamprophyr. Linke Seitenmoräne. Morteratschgletscher
159	27	38	19	16	0.20	0.40	„	Dioritpropyrit ob Platzers
143	21	46	20	13	0.29	0.56	„	Lamprophyr a. Banatit. Weg n. Muottas da Pontresina
134	24	45	20	11	0.50	0.55	„	„ im „ Bovalweg
130	22	45	20	13	0.33	0.49	„	„ a. Granit. Ob. Bovalhütte
121	24	45	21	10	0.17	0.61	„	Gabbrodiorit. Plaziers Pontresina
91	12	72	1	7	0.52	0.18	„	Lamprophyr. Blöcke Bovalweg

$si = 249$; $al = 36$; $fm = 26$; $c = 19$; $alk = 19$; $k = 0.26$; $mg = 0.49$.

Ein Monzonitmittelwert:

$si = 154$; $al = 27$; $fm = 34$; $c = 22$; $alk = 17$; $k = 0.44$; $mg = 0.51$.

Ein Granodiorit von Californien:

$si = 241$; $al = 35$; $fm = 26$; $c = 19$; $alk = 20$; $k = 0.40$; $mg = 0.45$.

Es sind das alles Gesteine, die um die mittlere Eruptivgesteinszusammensetzung herum liegen.

6. Weitere Eruptivgesteine aus dem Berninagebiet (Berninadecke usw.)

Eine eingehende chemisch-petrographische Untersuchung der übrigen Gesteine des Berninagebietes steht durch Herrn Prof. Dr. U. Grubenmann in Aussicht. Bereits ist eine grosse Anzahl von Analysen publiziert worden und in liebenswürdiger Weise wurde mir eine Berechnung nach meiner Methode gestattet. Es handelt sich offenbar um sehr komplexe Differentiationsserien, die zu einfachen Diagrammen nur bei richtiger gegenseitiger Zuordnung der Gesteine führen werden. Das Diagramm Fig. 10 vermittelt nur den allgemeinen Charakter des gesamten Komplexes. Die von mir ausgewählten, berechneten Tiefengesteinsanalysenwerte sind durch Gerade (denen natürlich keine volle Bedeutung im Diagramm zukommt) verbunden und die Werte einiger Ganggesteine lediglich durch Punkte markiert worden. In chemischer Beziehung ist die Gesteinsassociation verwandt mit der des östlichen Aarmassives. Hier wie dort herrscht eine Region von *si* 180 bis ungefähr $si = 280$ in der *alk*, *c* und *fm* wenig variieren, auf jeden Fall keine einsinnige Tendenz der Änderung aufweisen. Im Berninagebiet ist in diesem Intervall *fm* allgemein niedriger als im Aarmassiv, *al* etwas höher, auch ist die Differenz *alk-c* im erstgenannten Gebiet kleiner. Es handelt sich hier wohl um regionale (fraglich sekundäre) Unterschiede des ganzen östlichen Komplexes gegenüber dem zentralschweizerischen. In der Tat verhält sich die Berninadeckenassociation zu der der Sella- und Errdecken ungefähr wie östliches Aarmassiv zu Gottbardmassiv.

Der Gesamtkomplex muss noch als pazifisch oder pazifisch-intermediär bezeichnet werden, er ist weder typisch atlantisch, noch typisch intermediär. Hingegen findet sich, worauf U. Grubenmann bereits in einer kleiner Arbeit aufmerksam gemacht hat, am SiO_2-reichen Ende der Differentiationsreihe eine typisch paisanitisch gerichtete Teilserie, wobei bei kleinem *mg* *f* mit steigendem *si* wächst (Fe als Fe_2O_3) und gleichzeitig $al \leqq alk$ wird. Derartige alkalireiche (auch basische) Endglieder können den Gesamtcharakter noch nicht bestimmen, allerdings stellen sie sich umso eher ein, je häufiger *si*-arme monzonitische Glieder sind. Typisch intermediär in dieser Hinsicht ist die Association von Predazzo. Dort liegt das Gebiet wechselnder Isofalie zwischen $si = 130$ und $si = 210$, also bedeutend tiefer. Damit ist auch bereits ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Provinzen gekennzeichnet.

7. Die Differentiation des Platta mala-Granitmagmas im Unterengadin.

Tabelle VII. Platta mala-Granit. (U. Grubenmann, Beiträge geol. Karte der Schweiz, N. F. 23, 1909).

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
494	47	17	—	36	0.25	0.43	L. Hezner	Aplitische Granitvarietät. Platta mala
386	42	13	6	39	0.48	0.24	„	Hauptgranit „ „
377	42	15	6	37	0.43	0.47	„	„ Galgenhügel unterhalb Sent
252	33	22	15	30	0.15	0.57	„	Randfacies unterhalb Remüs
213	35	33	16	16	0.55	0.48	„	Basische Facies des Granites. Strasse bei Remüs

Die interessante kleine, wohl lakkolithische, Differentiation ist von U. Grubenmann ausführlich beschrieben worden. Das Vorkommnis liegt in der tektonisch ausserordentlich kompliziert gebauten Region des Unterengadiner Fensters. U. Grubenmann hat auf die schwach alkalische Natur des Granites und seiner Facien aufmerksam gemacht. Die Differenz *al-alk* ist in der Tat bis in die Gegend der Isofalie gering. Aarmassivische Gesteine mögen zum Teil ganz ähnliche Verhältnisse aufweisen. Das Hauptgestein der Platta Mala und die basische Facies $si = 252$ zeigen das Bild einer lamprophyrischen Differentiation im Sinne L. Milchs. Wohl nimmt *c* in ungefähr gleichem Masse wie *fm* zu, aber die gleich gebliebene Differenz *al-alk* zeigt, dass es sich nicht um Wanderung anorthitischer, sondern $RSiO_3$-artiger Moleküle handelt. In Übereinstimmung damit tritt Hornblende neu im Mineralbestand auf. Ein Vergleich mit der Medelserschlierendifferentiation, der gewöhnlich durbachitischen (Fig. 5) und der Differentiation des Tasnagranites (Fig. 11) wird von Nutzen sein. Eigentümliche Verhältnisse weist *si* 213 gegenüber *si* 386 auf. Bei allgemein malchitischem Charakter der Differentiation nimmt merkwürdigerweise *k* zu. Das Alkalienverhältnis ist (? primär) ebenso wenig konstant wie das Verhältnis $\frac{FeO}{MgO}$.

Die Gesteinsreihe ist einseitig, die Isofalie ist nicht erreicht worden.

8. Differentiation des Tasnagranitmagmas.

Tabelle VIII. Tasnagranit. (Unterengadin.) (U. Grubenmann: Beiträge geol. Karte der Schweiz, N. F. 23. 1909.)

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
479	45	11	3	42	0.40	0.34	O. Züst	Quarzprophyrische Randfacies. Ardez
461	40	18	3	39	0.35	0.44	„	Quarzreicher Granit. Poststrasse unterhalb Ardez
314	39	23	6	32	0.32	0.45	H. Hirschi	Granit (porphyrartig) „ „ „
294	37	28	7	28	0.34	0.35	O. Züst	Hauptgranit. Sass Majur
212	32	34	15	19	0.61	0.46	L. Hezner	Glimmervogerit. Bellezza. Randgestein
147	27	42	18	13	0.48	0.44	O. Züst	Glimmer-Randfacies. Alp Laret

Der von O. Züst und U. Grubenmann untersuchte Tasnagranit liegt ebenfalls im Gebiet des Unterengadiner Fenster. Die kleine, hübsche Differentiation ist noch typisch pazifisch, aber von mehr syenitischem Charakter. Das Hauptgestein besitzt bei geringem *c* annähernde Gleichheit von *fm* und *alk*. Der Albulagranit mit $si = 276$; $al = 36$; $fm = 22$; $c = 13$; $alk = 28$; $k = 0.40$; $mg = 0.43$; ist *c*-reicher und *fm*-ärmer. Auch die Granite der Errdecke unterscheiden sich ganz wesentlich vom Tasnagranit, wenn vielleicht auch alle einer grossen geologischen Einheit angehören.

Isofalie der Tasnagranitdifferentiation (einfache? lakkolithische Differentiation) bei $si =$ ungefähr 223; $al = fm = 32{,}5$; $alk = 20$; $c = 15$. *mg* ist ziemlich konstant, *k* wechselnd. Das ergibt ein Bild wie Fig. 11a. Das Kreuz entspricht dem Albulagranit. Hauptgestein und Facien $si = 212$ und $si = 147$ zeigen das Bild einer *k*-malchi-

Tabelle IX. Gabbro des Unterengadins. (U. Grubenmann, Beiträge geol. Karte der Schweiz N. F. 23, 1909).

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
130	33	37	12	18	0.41	0.48	L. Hezner	Grober Biotitgabbro. Stollen Clemgiaschlucht
127	31	29	31	9	0.09	0.53	„	Biotitgabbro „ „
123	25	50	11	14	0.44	0.48	„	Glimmerreicher grober Gabbro „
115	20	36	38	6	0.27	0.44	„	Hornblendegabbro. Clemgia
109	23	50	18	9	0.31	0.34	„	Biotit-Hornblendegabbro
97	16	44	32	8	0.08	0.77	„	Diallaggabbro. Bürkelkopf
86	10	73	15	2	0.27	0.78	„	Hornblendit, biotitführend. Clemgiastollen
158	30	37	19	14	0.42	0.48	„	Gabbrodiorit. Spescha

tischen bis durbachitischen Differentiation. (Zunahme von *fm* und *c*, schwache Vergrösserung der Differenz *al-alk*; Zunahme von *k*). Stark saure Gesteine sind kalkarm mit schwacher Andeutung pantelleritischer Typen (hohes *fm*).

9. Die Gabbros des Unterengadins.

Eine eigentümliche Gabbroassociation hat U. Grubenmann aus dem Unterengadin, der Clemgiaschlucht, beschrieben. Sie ist ein schönes Beispiel einer basischen Differentiation, die vom *si*-Gehalt wenig abhängig ist, und dennoch durch das Differentiationsdiagramm vollständig interpretiert werden kann. Der chemische Bestand scheint durch die Metamorphose kaum gelitten zu haben. *al* und *alk*-Gehalt nehmen mit sinkendem *si* (siehe Fig. 13) regelmässig ab. Unabhängig davon zeigt sich ein stark gegensätzliches Verhalten von *c* und *fm*. Biotit, Hornblende und Augit sind die der Menge nach im Mineralbestand stark wechselnden Komponenten. Hauptsächlich der Wanderung unterworfen waren also Molekelarten vom Typus $RSiO_3$ und R_2SiO_4, sowie ihre Komplexbildungen wie Diopsid, Biotit. Die Differentiation hat ähnliche Bahnen eingeschlagen wie in den benachbarten Diabasgesteinen. Jedoch sind hier, bei den Gabbros, in Verbindung mit im allgemeinen etwas niedrigern *alk*-Gehalt, *fm* zum Teil kleiner, *c* oft bedeutend grösser. *c*- und *fm*-Kurve nähern sich weit mehr. Ob beide Associationen dem zeitlich gleichen Magma entstammen, ist infolge

Tabelle X. Diabese, Grünschiefer, Serpentine des Unterengadins. (U. Grubenmann, Beiträge geolog. Karte der Schweiz, N. F. 23, 1909).

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
135	27	48	10	15	0.11	0.59	L. Hezner	Diabas (fast augitfrei). Schlosshügel Tarasp
130	24	44	18	14	0.06	0.48	O. Züst	Spilit. Poststrasse unterhalb Ardez
124	24	56	6	14	0.08	0.63	L Hezner	Diabas (plagioklasreich). Nordriff Alp Champatsch
118	19	42	27	12	0.12	0.57	„	Diabas. Piz Mondin
111	21	48	19	12	0.07	0.51	„	Augitdiabas. Unterhalb Remüs
110	21	53	14	12	0.35	0.54	O. Züst	Diabas. Ardez
108	21	46	20	13	0.40	0.57	L. Hezner	Spilitschiefer. Aschera
105	23	49	17	11	0.13	0.66	„	Variolit. Ardez
103	19	43	27	11	0.09	0.51	„	Augitreicher, basischer Diabas. Alp Champatsch
62	2	94	4	0		0.88	„	Serpentin. Alp Champatsch
62	3	95	2	0		0.90	E. Blumer	„ Fontana Tarasp
61	2	94	4	0		0.89	L. Hezner	„ Val Zuort
60	3	95	2	0		0.90	Arn. Heim	„ Tasnabach

der starken tektonischen Mischung in diesem Gebiet noch nicht sichergestellt. Chemisch liesse sich das, trotz der Verschiedenheiten, sehr wohl denken. Der anhangsweise berechnete Gabbrodiorit von Spescha entstammt wahrscheinlich einer anderen tektonischen Einheit (nach Spitz und Dyhrenfurth) P_2O_5 wurde bei diesen apatitführenden Gesteinen nicht bestimmt, *al* mag daher etwas zu hoch sein.

10. Diabase und Serpentine des Unterengadins.

Die ebenfalls von U. Grubenmann beschriebenen Gesteine finden sich im Bündnerschiefer des „Unterengadiner Fensters". Vielleicht gehören sie der rhätischen Decke an und sind kretazischen Alters (eventuell trisasisch oder mesozoisch). Sie bilden, wie Grubenmann feststellte, einen ganz besonderen Typus. Die nachträgliche Metamorphose hat die Gesteine stark beeinflusst, chemisch kommt dies (ausgenommen etwa Gestein $si = 124$) wohl wenig zum Ausdruck und es darf angenommen werden, dass das Differentiationsdiagramm primäre Züge widerspiegelt. Charakteristisch sind hoher *fm*-Gehalt, relativ hoher Alkaliengehalt, hauptsächlichste, gegensätzliche Differentiation von *fm* und *c*, das letztere wie in den soeben besprochenen Gabbros. Die ursprünglichen Typen müssen sich besonders durch verschiedenen Erzgehalt und verschiedene Zusammensetzung der femischen Mineralien unterschieden haben. Der Wanderung waren wiederum verschiedene R-Silikate vom Typus R_2SiO_4 bezw. $RSiO_3$ unterworfen. Das macht auch begreiflich, dass die Variation keine Funktion des *si*-Gehaltes sein kann. Dennoch gestattet das Diagramm eine vollständige Interpretation dieser einseitigen Gesteinsassociation.

Mit den Diabasen und Gabbros chemisch verwandte Gesteine

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Gestein, Fundort
112	17	47	24	12	0.60	0.66	Shonkinit. Yogo Peak. Little Belt Mountains
102	23,5	39	26,5	11	0.57	0.67	Essexitgang. Predazzo, Tirol
143	23	40	27	10	0.25	0.56	Gabbro. Emigrant Gap., Sierra Nevada, Nord-Amerika
122	25	40	23	12	0.23	0.45	Norit. Tripyramid Mt., New Hampshire, „ „
113	28	34	29	9	0.11	0.51	Ossipit. „ „ „ „ „ „
104	25	41	23	11	0.30	0.39	Gabbro. Salem Neck, Essex Co., „ „
120	21	43	29	7	0.04	0.58	Diabas. Mariposa Co., Sierra Nevada, „ „
109	17	54	18	11	0.53	0.73	Absarokit. Yellowstone, Nat. Park. „ „
114	23	42	24	11	0.41	0.58	Augitvogesitgang. Castle Mountains, „ „

Es wird von grossem Interesse sein, zu erfahren, ob auch die mesozoischen Grünschiefer diesen schwach atlantischen Charakter aufweisen und ob die intermediäre Monzoni-Predazzodifferentiation damit in Zusammenhang zu bringen ist.

findet man in verschiedenen Provinzen, einige von ihnen sind bereits typisch atlantisch. Die kleine Zusammenstellung auf S. 197 mag darüber Auskunft geben. (Siehe auch U. Grubenmann loc. cit.)

Die Gesteine werden am besten als Essexitgabbros und Essexitdiabase bezeichnet.

11. Grüngesteine der rhätischen Decke des Oberengadins.

Tabelle XI. Grüngesteine. Oberengadin. H. P. Cornelius N. J. f. Min. BB. XXXV. 1912. R. Staub, Viertelj. Zürch. Naturf. Ges., 60, 1915.

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
133	27	43	17	13	0.04	0.55	L. Hezner	Chloritschiefer. Piz Longhin (Cornelius)
115	21	49	17	13	0.26	0.62	H. P. Cornelius	Uralitisierter, gepresster Gabbro. Gravasalvas (Cornelius)
111	21	42	26	11	0.18	0.53	L. Hezner	Augitchloritschiefer. Zwischen Blaunca und Gravasalvas (Cornelius)
111	23	40	22	15	0.09	0.51	H. P. Cornelius	Epidotchloritschiefer. Südlich Capalotta (Cornelius)
61	15	59	26	(1)		0.50	„	„ Nördl. Gravasalvas „
60	0	99	1	0		0.88	R. Staub	Serpentin. Prasura (Staub)
115	14	47	25	12	0.07	0.42	S. Staub	Diabasporphyrit. Grialetsch (Staub)
108	33	30	28	9	0.21	0.67	„	Diabas. Paludetta (Staub)
107	4	70	25	1	0.50	0.91	„	Nephrit. Furtschellas (Staub)
91	32	51	7	10			„	Sehr fraglich ob eruptiv. Grialetsch (Staub)

Die Gesteine zwischen Septimer- und Julierpass sind nach H. P. Cornelius und G. Steinmann ophiolitisch intrusiv, wobei die Intrusion vorwiegend der Diskontinuitätsfläche zwischen Triasdolomit und Gneis folgte. Die Intrusion steht mit der Alpenfaltung in Zusammenhang und ist vielleicht kretazisch. Die Hauptfaltung hat die Gesteine noch intensiv metamorphisiert. Der Typus der Differentiation ist, sofern der Chemismus erhalten geblieben ist, durchaus ähnlich dem der Unterengadiner Grünschiefer. *fm* ist gross; *c* und *fm* verhalten sich im allgemeinen gegensätzlich. Doch nimmt bereits hier mit steigendem *c*-Gehalt oft auch *al* zu, so dass an Wanderung anorthitischer Moleküle gedacht werden muss. Und geologisch verwandte Gesteine, die R. Staub aus dem Berninagebiet beschreibt, zeigen bereits zum Teil gewöhnlich diabasischen Charakter. (Siehe Tabelle 11.) Es erscheint daher nicht ratsam, die Differentiationsart und den Chemismus zur geologischen Parallelisierung zu verwenden.

Die diabasartigen und gabbroiden Gesteine stehen mit Peridotiten, Pyroxeniten und deren Umwandlungsprodukten im engen Verband. Der Chloritalbitschiefer von Grialetsch und der Nephrit von Furtschellas zeigen wohl kaum mehr primären Eruptivgesteinschemismus.

Der erstere mit *si* = 91 kann keine spinellreiche Schliere sein. Im Diagramm findet man ausser den von H. P. Cornelius beschriebenen Gesteinen nur die Serpentinanalyse von Prasüra, in Analogie zum Malencoserpentin verwertet. Die besonderen Varietäten, die R. Staub aus dem Berninagebiet beschrieb, sind nur in der Tabelle aufgeführt. Das Diagramm (Fig. 15) ist mit dem der Unterengadiner Diabase zu vergleichen.

12. Ganggesteine bis Lagerintrusionen in der Nähe des Rassassergrates (Unterengadin.)

Tabelle XII. Rassassergrat. { Grubenmann: Beitr. geol. Karte d. Schweiz N. F. 23, 1909.
Stache und John. Jahrbuch k. k. geol. R. A, 27, 1877.

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
190	37	30	13	20	0.34	0.64	L. Hezner	Prophyrischer Vogesit. Nördl. Griankopf
169	37	27	21	15	0.25	0.58	„	Labradorporphyrit. Craist Alta
164	31	33	20	16	0.39	0.21	John	Proterobas. Nördl. Zehnerkopf
162	27	36	21	16	0.31	0.53	L. Hezner	Labradorporphyrit. Nördl. Griankopf
153	27	39	21	13	0.33	0.29	John	Gemischter Lagerstrom am Zehnerkopf
150	33	32	24	11	0.22	0.49	„	Labradorporphyrit. Nordöstl. Zwölferspitz
148	33	34	20	13	0.27	0.36	„	„ Zwölferspitz

Es verhalten sich wie Fig. 16 zeigt im allgemeinen gegensätzlich *alk* und *c* sowie *al* und *fm*. Einige Analysen sind relativ alt. P_2O_5 und TiO_2 sind nicht immer bestimmt worden. Das wird wohl die Ursache für den etwas hohen *al*-Gehalt sein. Abgesehen davon mag der Gang der Variation der primären Differentiation entsprechen. Die ganze Association liegt im Gebiet der Isofalie mit nicht unerheblichen Abweichungen nach beiden Seiten hin. Quarzporphyre kommen daneben vor. Das Alter der Eruptiva ist noch unbestimmt.

13. Grünschiefer des östlichen Wallis. (Mesozoikum der penninischen Decke.)

Die Grünschiefer leiten sich von gabbroid-ophiolitischen Gesteinen ab. Das Alter der Intrusion bis Extrusion ist mesozoisch und steht mit der Alpenfaltung in Beziehung. Einige „Randfacien" weisen relativ sauren Charakter auf, anderseits sind Serpentine als Begleitgesteine vorhanden. Die meisten Prasinite führen neben albitischem Feldspat und Epidotmineralien jetzt, nach der Umwandlung, grüne Hornblende. Der Pikrit besteht aus Serpentin, Chlorit, Calcit, Tremolit, Eisenerz. Dass der ursprüngliche Chemismus durchwegs erhalten

Tabelle XIII. Walliser Grünschiefer. (H. Preiswerk, Beiträge geol. Karte d. Schweiz. N. F. 26 Verhandl. Nat. Ges. Basel 1903.)

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
207	35	13	25	27	0.08	0.45	H. Preiswerk	Prasinit-Randfacies. Tschampigenkeller, Binnental
176	27	22	34	17	0.11	0.58	F. Hinden	„ „ „ „
153	16	36	35	13	0.45	0.71	M. Dittrich	Amphibolit. Forcolettapass
120	21	42	24	13	0.16	0.65	H. Preiswerk	Gabbroider Prasinit. Tschampigenkeller, Binnental
110	22	41	29	8	0.15	0.58	F. Hinden	„ „ Westabhang des Banhornes
109	17	43	29	11	0.35	0.67	H. Preiswerk	Chlorit-Prasinit. Im Eich bei Visp
97	22	34	42	2	0.13	0.52	F. Hinden	Prasinit mit Klinozoisit. Innere Nanzlucke
63	8	87	4	1	?	0.83	„	Pikrit. Saflischpasshöhe

Dazu Serpentine, Gangprasinite u. s. w.

geblieben ist (Kalknähe!), ist kaum wahrscheinlich. Gegenüber manchem tektonisch ähnlich entstandenen Grünschiefern des Engadins fällt der hohe *c*- und relativ niedere *fm*-Gehalt auf. Eine einfache Gesetzmäsigkeit wie dort lässt sich aus dem Diagramm Fig. 17 nicht mehr herauslesen, doch ist ersichtlich, dass *al* und *alk* ziemlich regelmässig abnehmen, *c* und *fm* zunehmen. Ein nicht mit angeführter Gangprasinit zeigt noch weitere Variabilitätsfähigkeiten. Hinsichtlich der Metamorphose ist die starke Hornblendeführung bemerkenswert, die mit dem hohen *c* in Zusammanhang steht und deshalb im Engadin zurücktritt. Die Untersuchung wurde von H. Preiswerk ausgeführt.

14. Tonalitdifferentiation der Rieserferner (Österreich).

In jüngster Zeit sind in den Schweizeralpen auch tonalitische Gesteine als letzte Intrusionen der alpinen Faltung aufgefunden worden.

Tabelle XIV. Tonalitdifferentiation Rieserferner (Österreich).
F. Becke. Denkschriften Ak. Wiss. Wien. 75. I. 1913. Tsch. Min. petr. Mitt. 13 (1893).

si	*al*	*fw*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
435	47	5	16	32	0.41	0.38	R. Pfohl	Tonalitaplit. Burgkofel bei Taufers
376	47	16	13	24	0.37	0.30	E. Zdarek	Tonalitporphyrit. Nördlich von Sambock
256	39	24	20	17	0.47	0.39	R. Pfohl	Quarzglimmerdiorit. Zinsnock
206	36	31	23	10	0.39	0.43	Th. Panzer	Normaltonalit. Taufers, Reinwald
137	23	51	16	10	0.55	0.46	R. Pfohl	Schliere im Tonalit. „
106	21	52	18	9	0.27	0.48	F. Erben	Kersantit. Abendweide
	Zum Vergleich;							
168	31	32	26	11	0.27	0.48	S. Staub	Tonalit (Quarzdiorit). Melirolo, Tessin

Es mag daher erwünscht sein, eine typische derartige Differentiation, die gleichfalls dem Alpengebirge angehört, zu besprechen. Leider gibt es auch von der charakteristischen, von F. Becke beschriebenen Rieserfernerassociation wenige gute Analysen. Bei den hier berechneten fehlt zum Teil die P_2O_5-bestimmung, die TiO_2-bestimmung ist wohl nicht immer richtig (Spur in Tonalit?). So mögen besonders in der Gegend der Isofalie die *al*-Kurven und die *si*- und *fm*-Zahlen etwas zu hoch sein. Im übrigen kommt der tonalitische Charakter mit hohem *c* und niedrigem *alk* sehr schön zu Ausdruck (Fig. 18). $alk = c$ weit oberhalb der Isofalie bei ungefähr $si = 280$. In der Gegend der Isofalie (um $si = 200$) *alk* wenig grösser als 10, *c* über 20.

Von der syenitisch-monzonitischen (Aarmassiv), der granodioritischen (Gotthardmassiv), der banatititschen (Selladecke-Errdecke) führt die sukzessive Änderung zur tonalitischen Association. Die vier Diagramme sollten mit einander verglichen werden, um die Variabilität in der Association pazifischer Typen zu erkennen.

Zum Vergleich ist der von R. Staub beschriebene, nach ihm tertiäre Tonalit von Melirolo im Tessin bewertet worden. Dieser Tonalit ist für den Gesteinstypus vielleicht noch charakteristischer. Es ist bei $si = 168$, bei annähernder Isofalie, $alk = 11$, $c = 26$. Hier ist auch $al = fm$ normal um 31—32 und nicht so hoch, wie nach den älteren Analysen aus dem Rieserfernergebiet zu erwarten wäre.

Das Alter der Riesertonalitintrusion ist noch nicht sichergestellt. Kretazische Eruption ist nicht unwahrscheinlich. Mit der Altersbestimmung hängt zusammen, ob sichere Beziehungen mit den jungen Gesteinen des Adamello und des Disgraziamassives, sowie des Tessines vorhanden sind. Über derartige Fragen siehe auch A. Spitz, Mitt. geol. Ges. Wien 1915, 227. Die Berechnung erfolgte auf Grund der von Becke angegebenen Molekularzahlen.

15. Ergussgesteine des Hegau, Baden, Deutschland.

Mehrfach ist von atlantischen Gesteinsassociationen vergleichsweise die Rede gewesen. Typische Associationen dieser Art sind bis jetzt in der Schweiz nicht aufgefunden worden (abgesehen von der Paisanitteilserie der Bernina). Hingegen stehen mit der Alpenfaltung in Beziehung die im nördlichen Vorland zur Tertiärzeit extrudierten Melilithbasalte und Phonolithe des Hegaus. Da sie einige der atlantischen Associationsmerkmale erkennen lassen, sollen sie hier ebenfalls berücksichtigt werden.

Durchgehende Untersuchungen fehlen noch. Durch die Arbeiten von J. Erb und U. Grubenmann ist man über die Melilithbasalte

Tabelle XV. Melilithbasalte, Phonolithe vom Hegau (Deutschland).

si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*	Analytiker	Gestein, Fundort
196	42	15	5	38	0.25	0.10	Föhr	Phonolith. Mägdeberg
183	42	11	8	39	0.19	0.05	„	„ Hohentwiel
80	8	55	29	8	0.35	0.66	Dittrich	Augithornblendebombe. Heilsberg
70	10	58	24	8	0.27	0.72	„	Basaltbombe. Hohenhöwen
68	11	56	29	4	0.26	0.71	„	Melilithnephelinbasalt. Wartenberg
63	9	56	29	6	0.32	0.67	L. Hezner	Melilithbasalt. Hohenhöwen
63	9	57	21	6	0.32	0.68	U. Grubenmann	„ Stoffelhof

ti in den femischen Gliedern um 4.

gut orientiert. Die geringe *si*-Variationsbreite ist bemerkenswert, doch fällt *si* bis auf ungefähr60. Die Phonolithe zeigen, wie noch unterhalb *si* = 200 Glieder mit niedrigem *fm* (10—15) vorhanden sind, so dass die Isofalie bei sehr niedrigem *si*-Gehalt liegen muss. Gleichzeitig ist *alk* noch sehr hoch (Fig. 19). Das alles ist charakteristisch für atlantische Gesteinsserien, so liegen beispielsweise im Laacherseegebiet die Isofalie bei *si* ungefähr = 140; *alk* ähnlich *c*, um 20; in Essex County (Massachusetts, Nordamerika), *si* ungefähr = 140; *al* = *fm* 29; *alk* ungefähr = 25; *c* = um 17 im Gebiet des Magnet Cove, Nordamerika (lakkolithische Differentiation) *si* = 100; *al* = *fm* = 26; *alk* = *c* 24; im Polzengebiet von Böhmen *si* = 140; *al* = *fm* 30,5—31, *alk* 19.5, *c* = 18.5. Die letztere von K. Scheumann beschriebene Differentiation ist in mancher Hinsicht der vom Hegau nahe verwandt.

Aus Fig. 19a ist ersichtlich, dass Natronvormacht und hohes *mg* die Melilithbasalte, ungefähr gleiche Natronvormacht und sehr kleines *mg* die Phonolithe charakterisieren.

Schlussbemerkungen.

Zu einer eingehenden Diskussion der Verhältnisse reicht leider der mir zur Verfügung stehende Platz nicht aus. Müssten doch zu Vergleichszwecken eine ganze Reihe anderer petrographischer Provinzen ebenfalls diagrammatisch veranschaulicht werden. Ich hoffe aber später in dieser Zeitschrift darauf zurückkommen zu können. Vorläufig mögen nur einige allgemeine Gesichtspunkte erwähnt werden. Die meisten Eruptivgesteine der schweizerischen Alpen sind unzweifelhaft vortriasisch. Was im Schwarzwald, im Harz, im sächsischen Erzgebirge vorliegt, bildet ebenfalls die kristalline Grundlage in den Alpen. Im Aar- und Gotthardmassiv erkennt man Intrusionen, die sicher vorvariscisch sind; sie bilden basische, gabbroide und granitische Gesteine. Sie sind mindestens einmal kontaktmetamorphisiert und zweimal dynamometamorphisiert worden. Sie entsprechen den Amphiboliten, Erlanfelsen, Eklogiten, den Schapbachorthogneisen, den grauen und roten Gneisen des Schwarzwaldes und des Erzgebirges. Zum Teil während der variscischen Faltung, hauptsächlich aber gegen ihr Ende, intrudierten, wohl in der Tiefe während des Faltungsprozesses bereits differentiierte, granodioritische bis granitische und syenitische Magmen. Nur kleinere Differentiationen sind echt lakkolithisch, in der Hauptsache handelt es sich (wie im Harz, nach O. H. Erdmannsdörffer) um Aufpressung bereits schlierig differentiierter Magmen. Differentiationsort und Verfestigungsort entsprechen sich nicht. Das sind die Aequivalente der SchwarzwälderGranite und Syenite, zum Teil auch der gepressten Granite, ferner der sächsischen Granite des Eibenstockes, von Schwarzenberg usw. und als wenig früheres Stadium: der Granulite. Erkennt man im sächsischen Erzgebirge und im Harz noch sehr gut den Zusammenhang zwischen den letzten tektonischen Bewegungen und der Intrusion, so kann dieser in den Alpen mehr nur geahnt werden.

Die magmatische Tätigkeit ist mit dem Faltungsende nicht zum Stillstand gekommen. Folgten die aplitischen und lamprophyrischen Gangnachschübe wohl unmitteltar, so sind porphyritische und quarzporphyrische Ergüsse zum Teil erheblich jünger. Sie stellen Extrusionen und Lagerintrusionen dar, zu einer Zeit, wo die Hauptmassive der Erosion anheimfielen. Wie Gotthard- und Aarmassiv, wie Schwarzwald und Erzgebirge, verhielt sich nach R. Staub das jetzige Berninagebiet.

Von der Trias bis und mit der Kreide, im Beginn des alpinen Faltenzyklus, findet man in der Schweiz fast ausschliesslich wieder gabbroide-ophiolitische Intrusionen und submarine Extrusionen. Der gleiche Zyklus wie zur Carbonzeit setzt von neuem ein. Gegen das Ende der Faltungen, mit der Verfestigung diese zum Abschluss bringend, (allgemeine Erstarrung der sich faltenden Erdrinde) intrudierten in den südlichen Regionen tonalitische Magmen. (Disgraziamassiv nach H. P. Cornelius, Steinmann und R. Staub, Melirolo nach E. Gutzwiler und R. Staub.) Im Aar- und Gotthardmassiv und im nördlichen Tessin sind keine tertiären Eruptivgesteine sichtbar geworden.

Ungefähr gleichzeitig wurden am Südrand der Dinariden Rhyolite, Plagioktastrachyte, Trachyte, Basalte und Dolerite gebildet. Im nördlichen Vorland extrudierten atlantische, meist intermediärsaure bis sehr basische Laven. (Melilithbasalte, Nephelin-Melilithbasalte und

Phonolithe des Hegau.) Weiter ostwärts ist die Geschichte der magmatischen Tätigkeit noch weit komplizierter. Das Alter mancher Gesteine wie der von Predazzo, des Monzoni, der Rieserferner, ist noch nicht sichergestellt.

Bei aller Mannigfaltigkgeit in den Einzelzyklen heben sich aber, zum mindesten in dem zentralen Alpenteil, zwei mit Faltungen verknüpfte, gleichartige grosse Intrusionszyklen heraus. Die Ähnlichkeit des älteren mit den Intrusionsfolgen im Schwarzwald, Harz- und Erzgebirge zeigt, dass es sich um allgemeine Erscheinungen handelt, die auch Ursachen von universeller Bedeutung besitzen müssen. Man darf für die vortriasische Zeit das ganze Gebiet von den Alpen bis ins Erzgebirge als eine grosse petrographische Einheit, die in viele Einzelprovinzen zerfällt, betrachten. Die kleinen Unterschiede systematisch zu verfolgen und die Teilgebiete gegeneinander abzugrenzen, wird ein Ziel petrographischer Forschungen der nächsten Jahre sein. Für die Zentral- und ostschweizerischen Alpen lässt sich vorläufig etwa folgendes sagen: Im östlichen Gotthardmassiv wiegt die granodioritische, im östlichen Aarmassiv daneben die syenitisch-monzonitische Differentiation vor. Die Antigoriogneise von fraglichem Alter besitzen etwas alkalireicheren Charakter als die Gotthardgesteine. Im Südosten sind Err- und Selladecke nahe verwandt; granodioritisch-banatitische Differentiation herrscht vor. Im übrigen Berninagebiet ist die Differentiation ähnlich der des Aarmassives, mit etwas stärkerem Anklang an atlantischen Typus in den basischen und sauren Endgliedern. Alle verschiedenen Provinzen weisen gegenüber einem granitisch-syenitisch bis granitisch-granodioritischen Gesamtcharakter schwache Nüanzierung auf. Der Tektoniker wird das bedauern müssen, da alle auf den Chemismus praetriasischer Eruptivgesteine gegründeten Schlussfolgerungen wenig beweiskräftg sind. Die Unterschiede in der Differentiation sind manchmal in der Ost-Westrichtung grösser als in der Nord-Südrichtung, welch letztere für die verschiedenen Deckenbildungen wichtig ist. Auch wiederholen sich Unterschiede (Aar-Gotthardmassiv; Selladecke-Berninadecke) in Nord-Südrichtung offenbar mehrfach[1]).

Ich möchte nicht schliessen ohne unserer leider viel zu früh verstorbenen Kollegin Frl. Dr. L. Hezner zu gedenken. Wieviel die chemisch-petrographische Erforschung der schweizerischen Alpen ihr zu verdanken hat, zeigt am besten ein Blick auf die publizierten Tabellen: **Kolonne Analytiker.**

---

[1]) Ob wohl der ausgeprägt tonalitische Charakter der kretazisch-tertiären Intrusionen mit stärkerer Deckenbildung in Zusammenhang zu bringen ist?

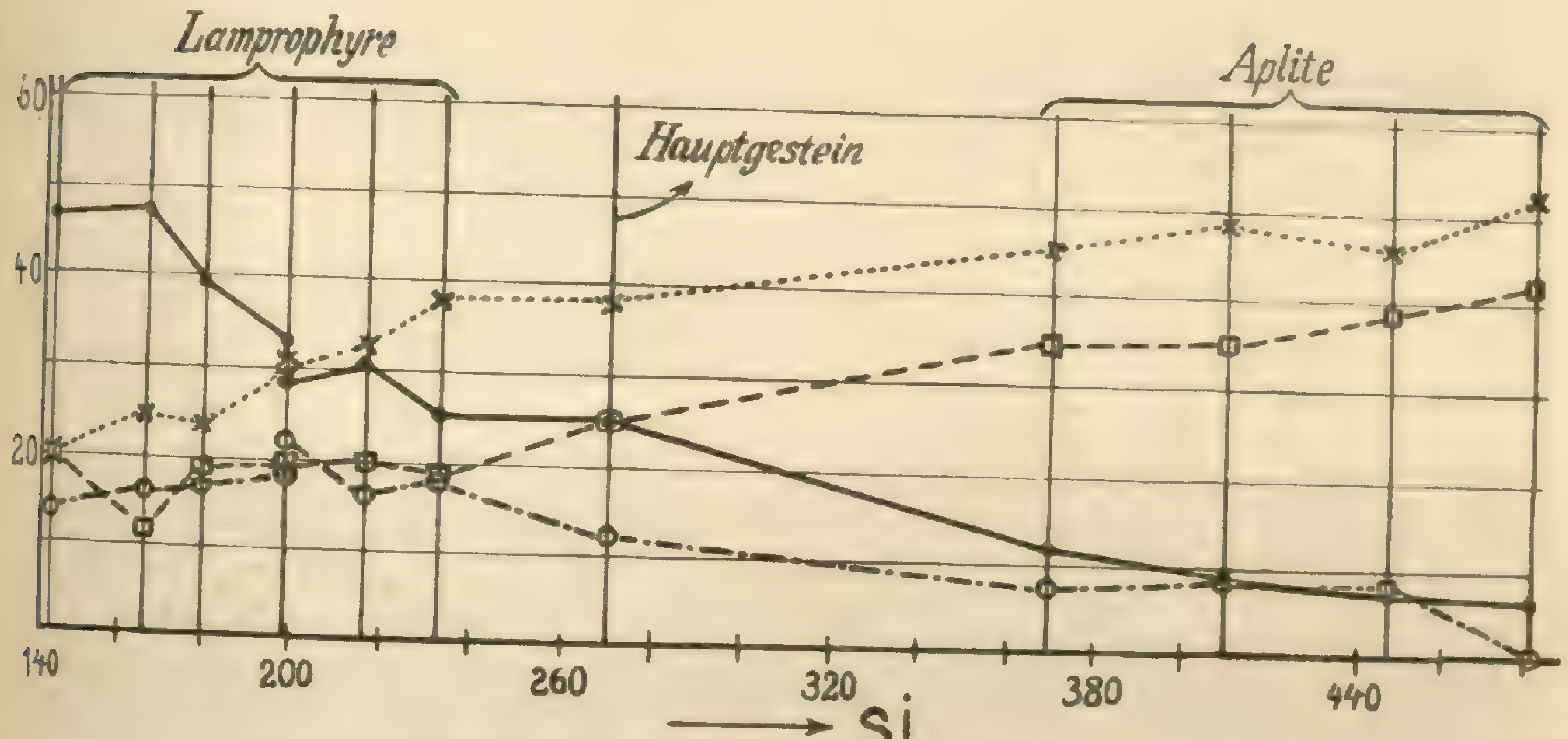


fig. 2. Süd-Schwarzwald.

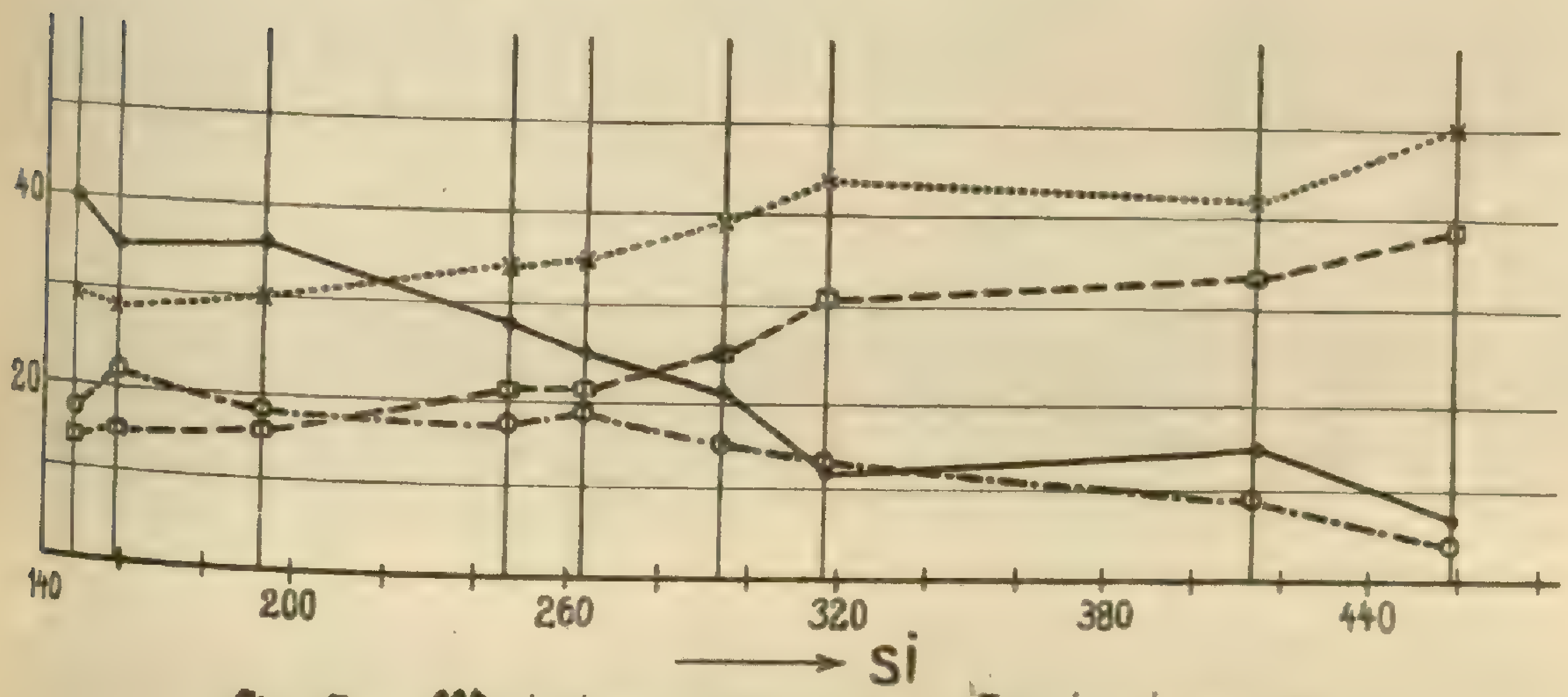
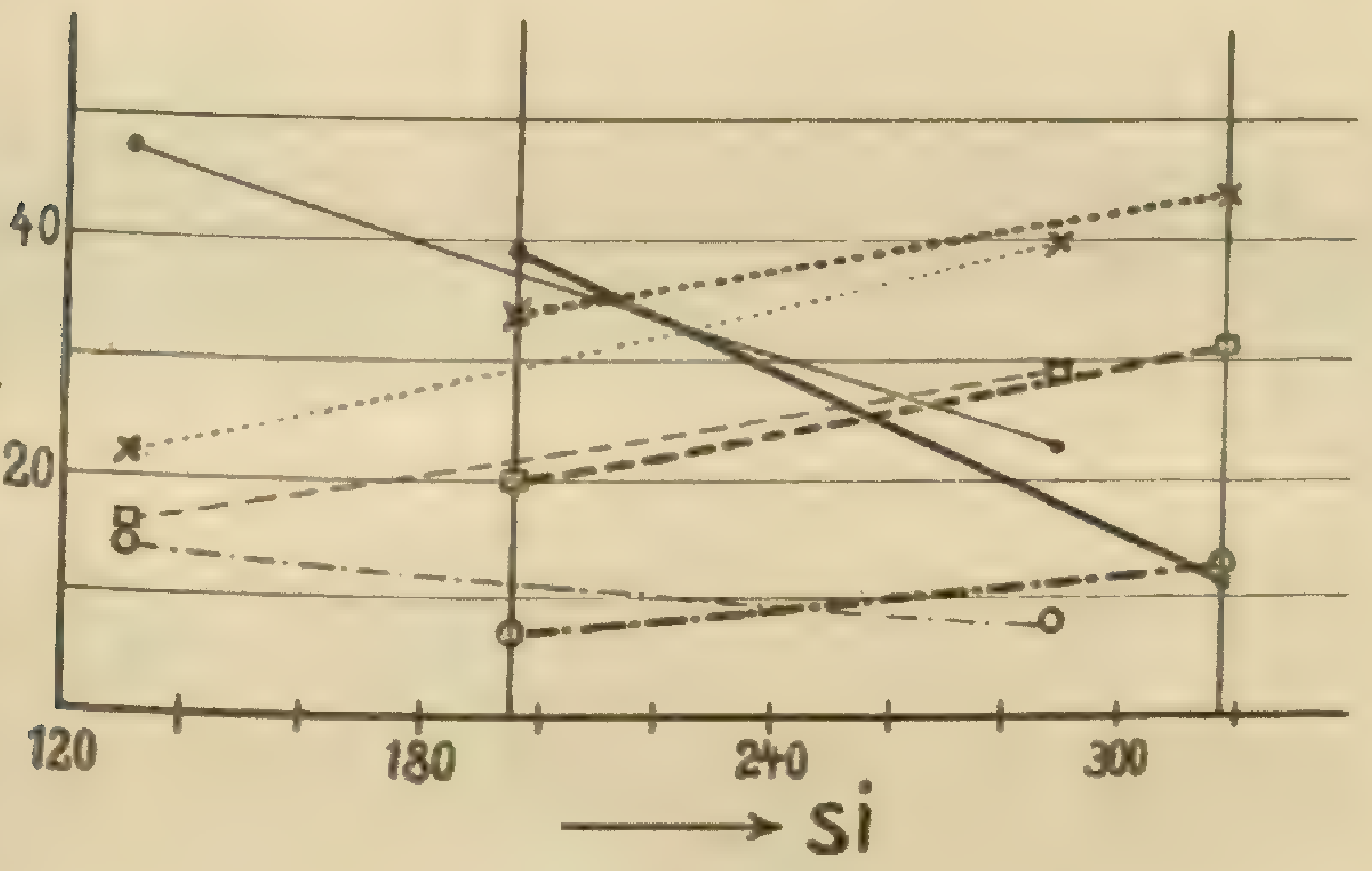


fig. 3. Medelserrheingebiet. Gotthardmassiv.

fig. 5.



Lamprophyrische Schliere in Protogin. Medelsergebiet.

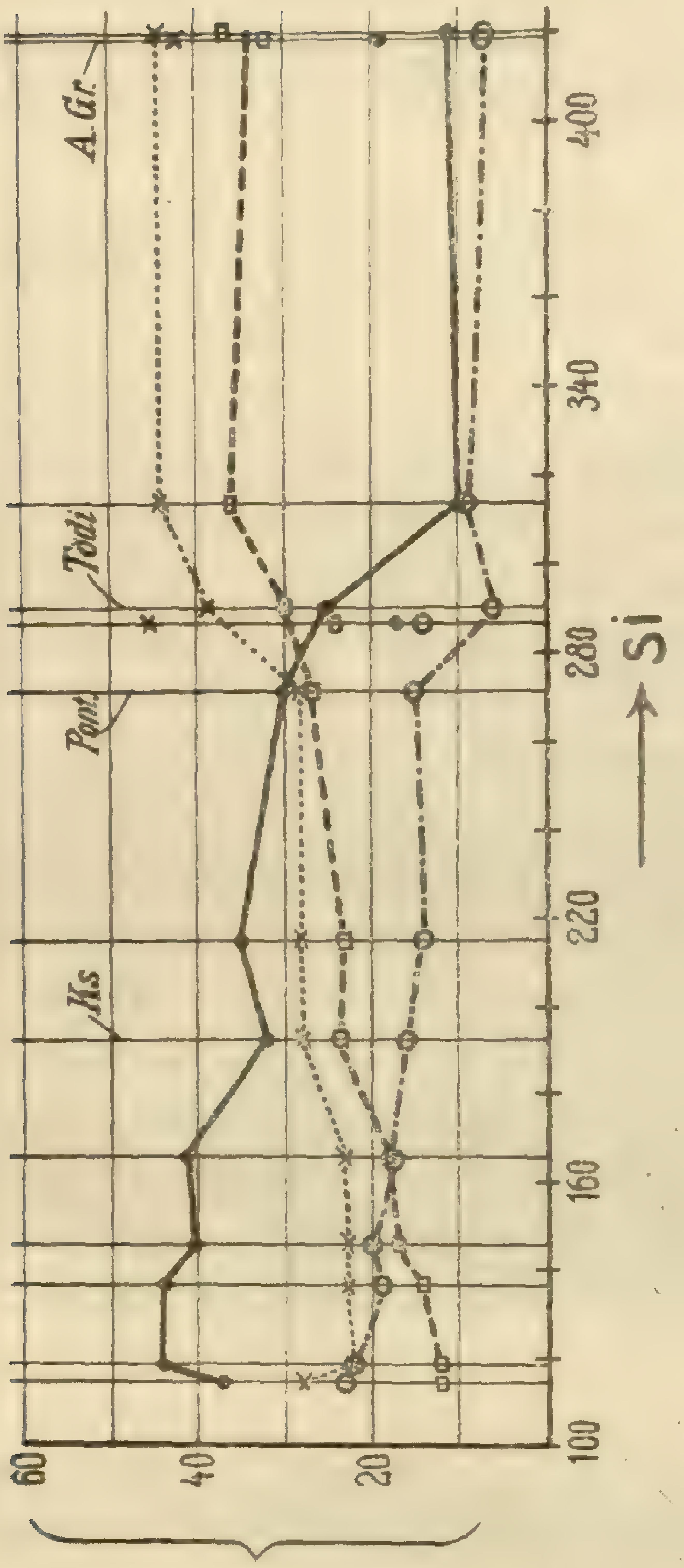


Fig. 7. Östliches Aarmassiv.

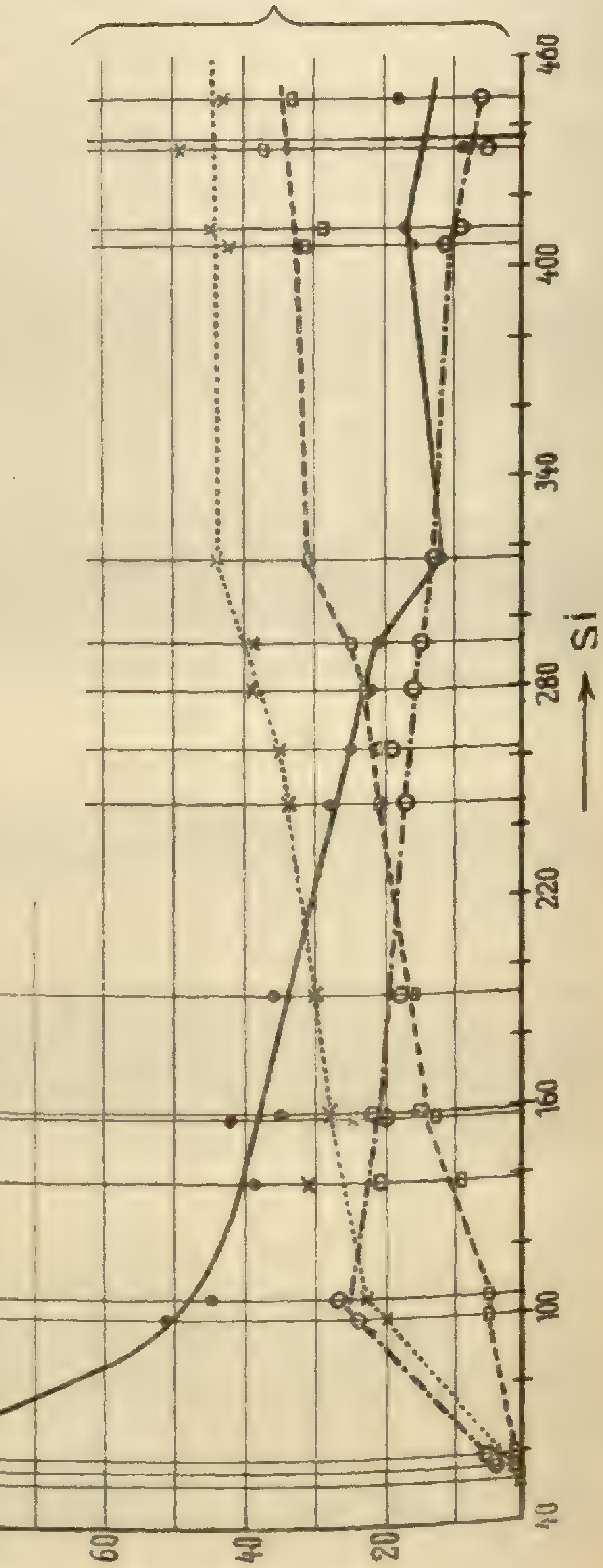


Fig. 4. Östliches Gotthardmassiv.

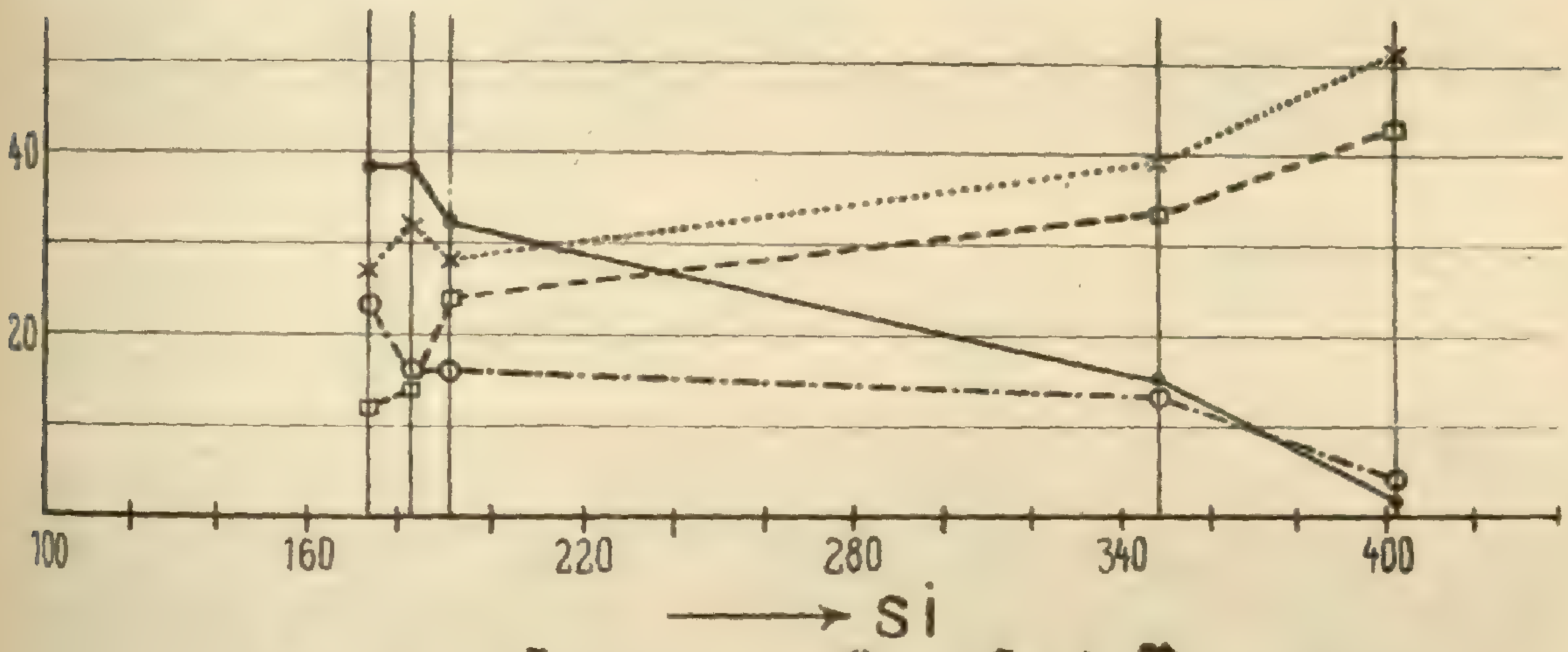


Fig. 6. Kalisyenit Piz Giuf. Aarmassiv.

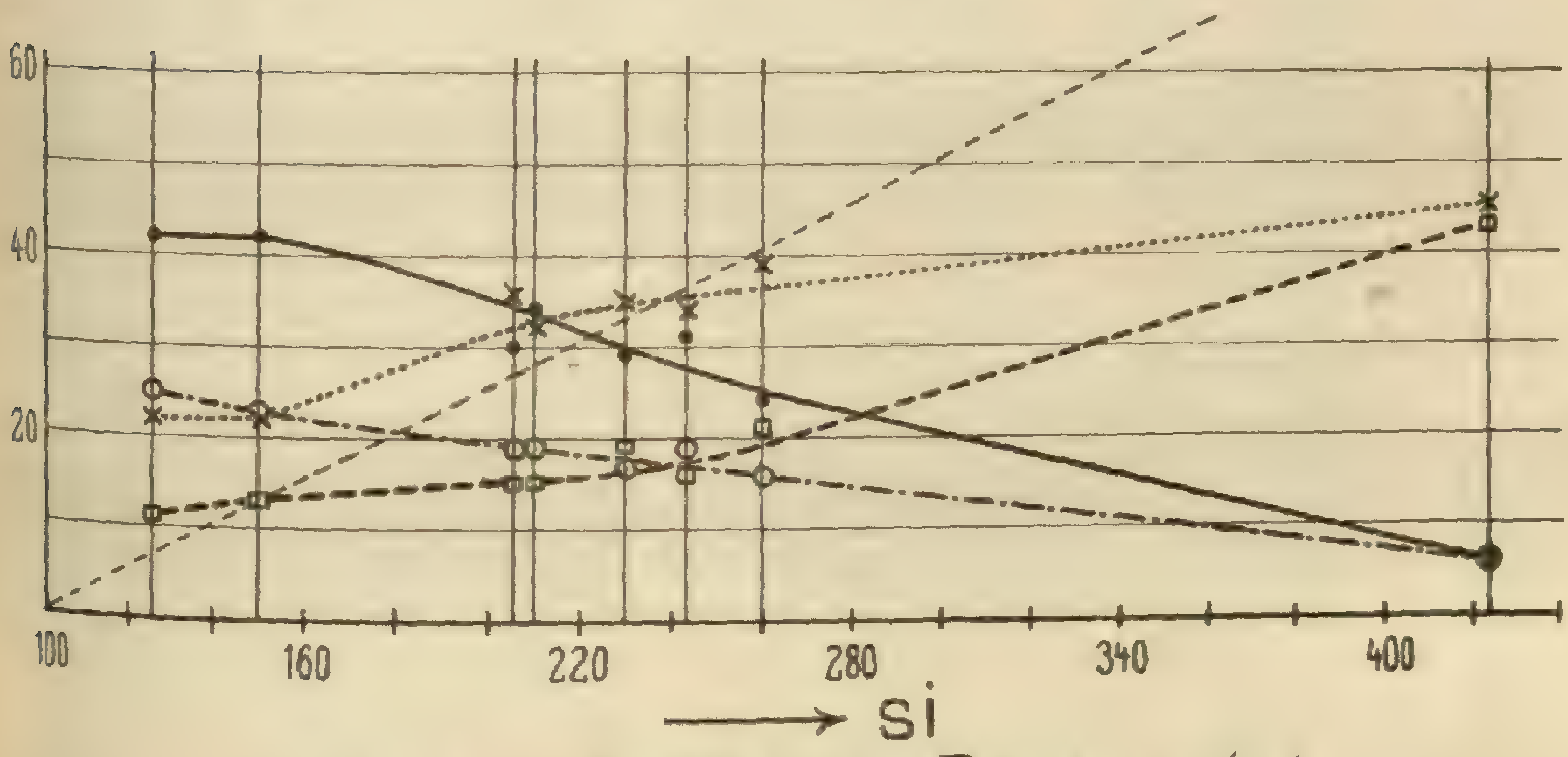


Fig. 8. Selladecke. Berninagebiet.

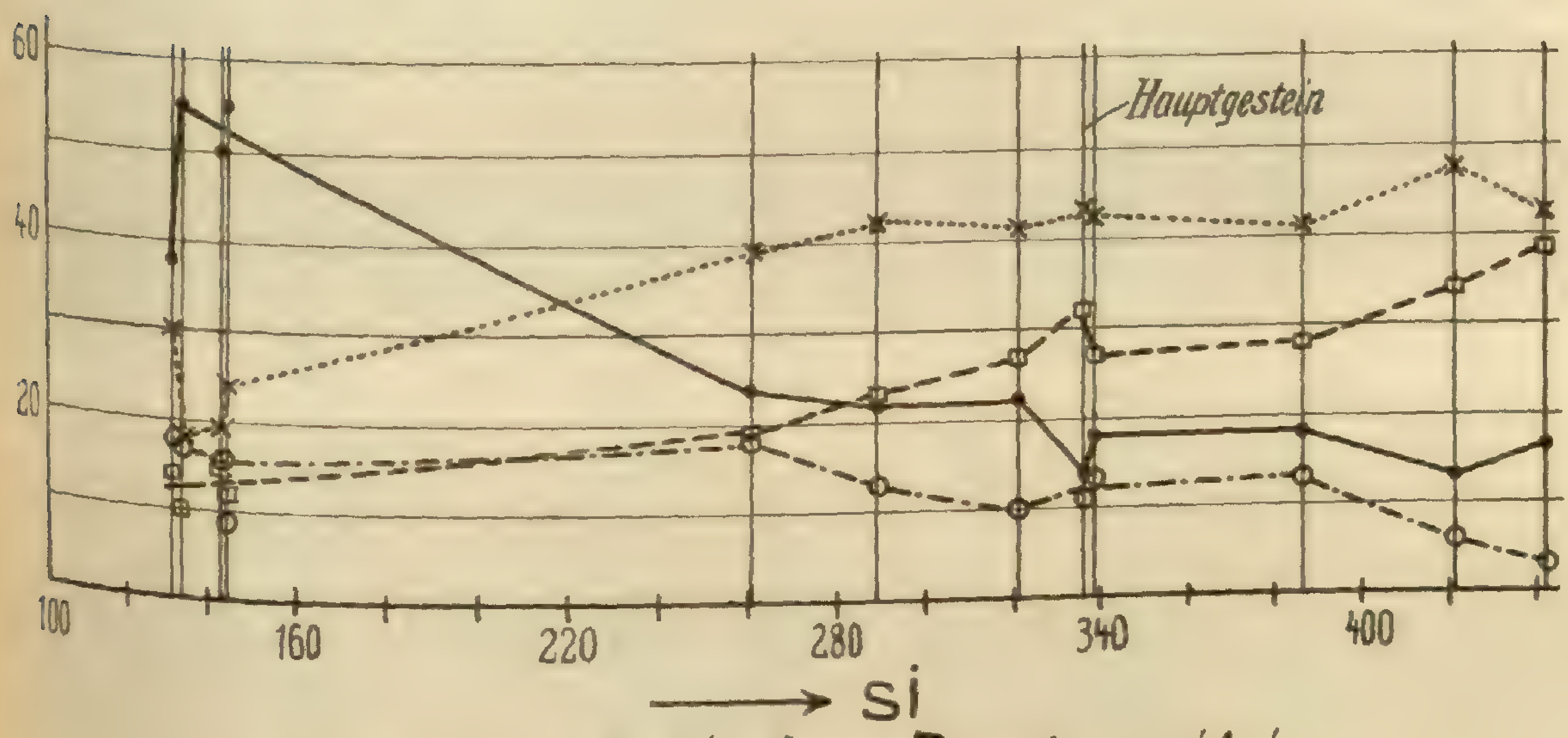


Fig. 9. Errdecke. Berninagebiet.

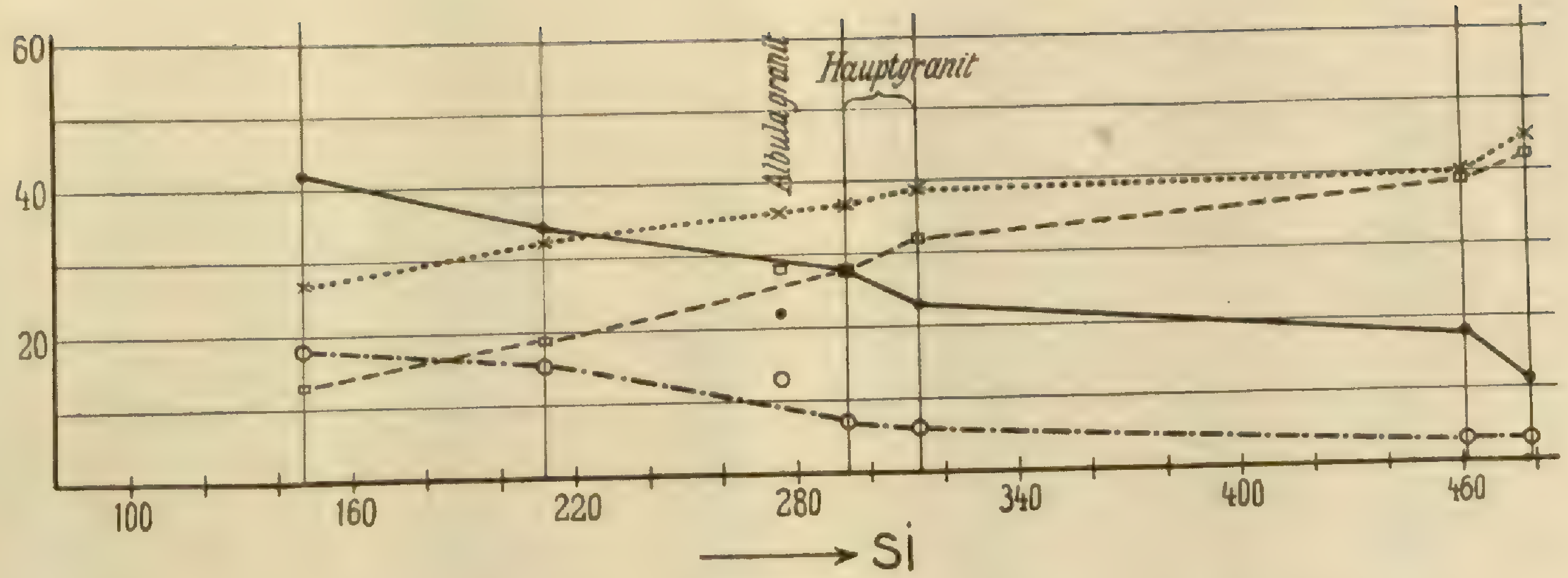


Fig. 11.
Tasnagranit.

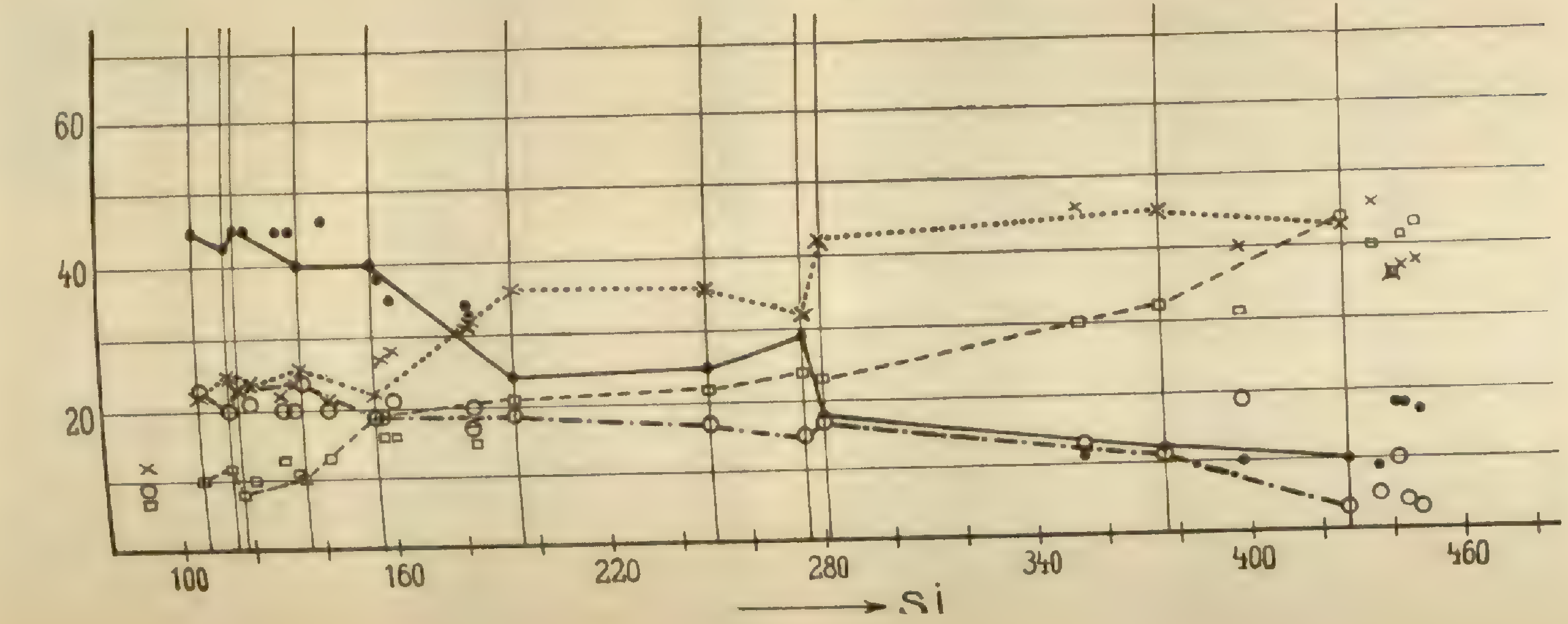


Fig. 10.
Bernina
(Oberengadin)

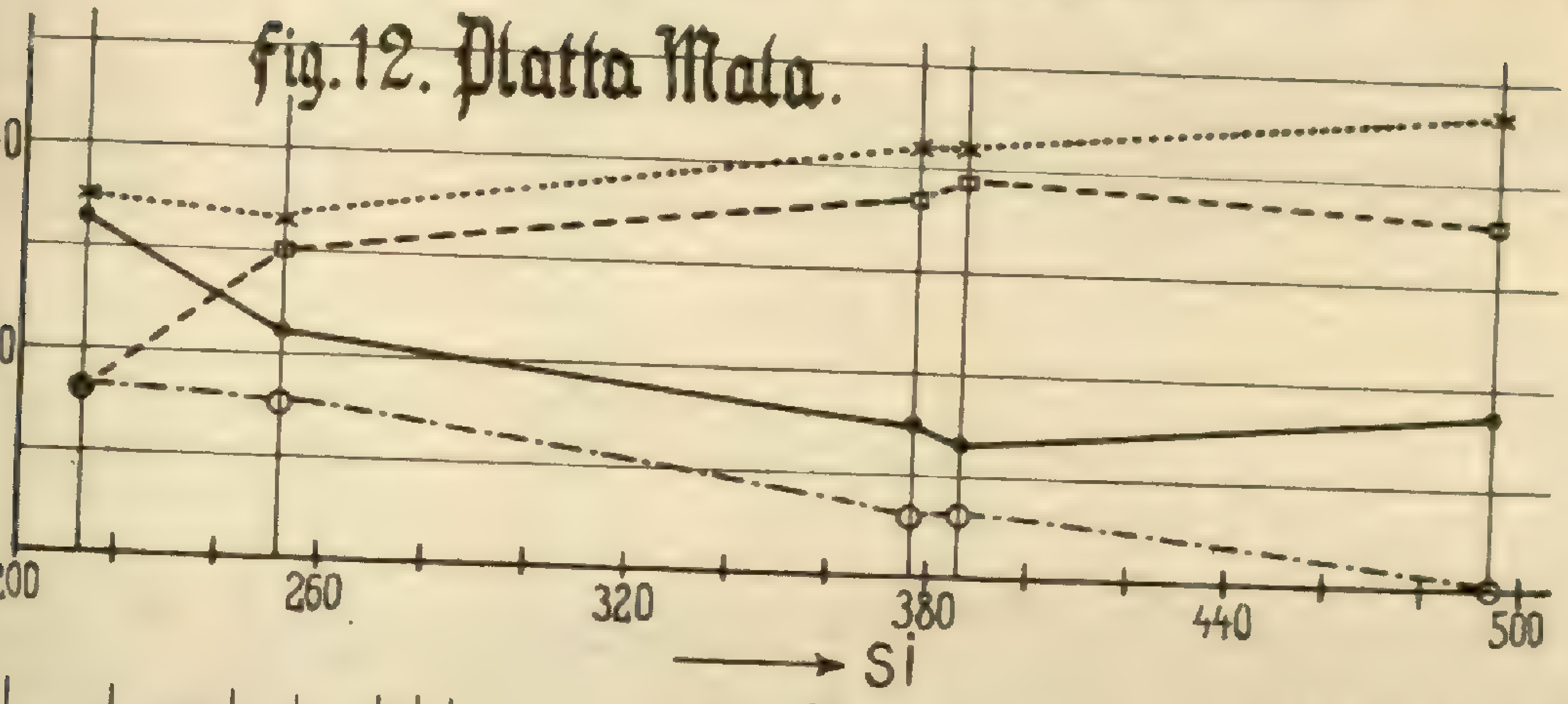


fig. 12. Platta Mala.

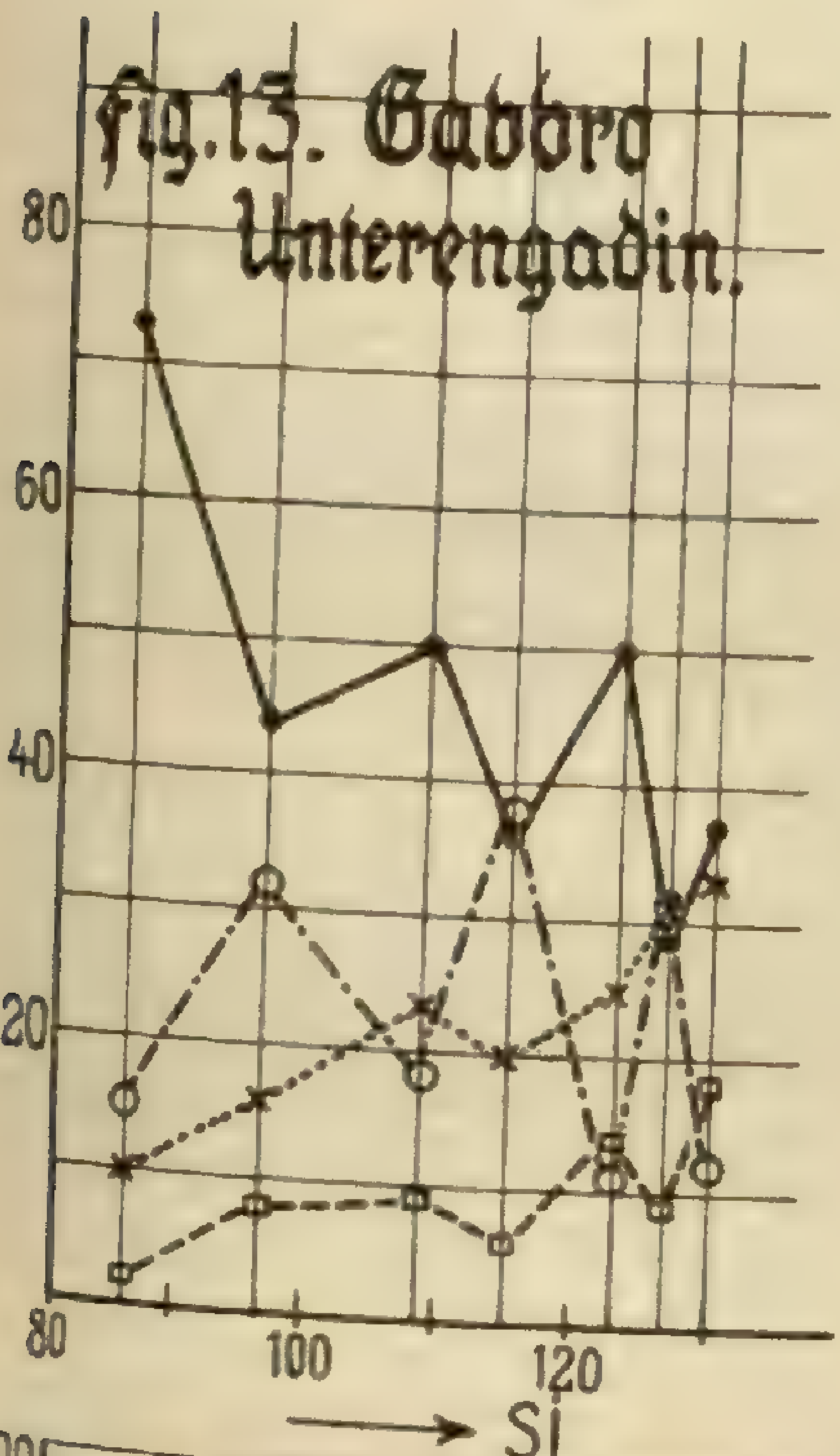


fig. 13. Gabbro Unterengadin.

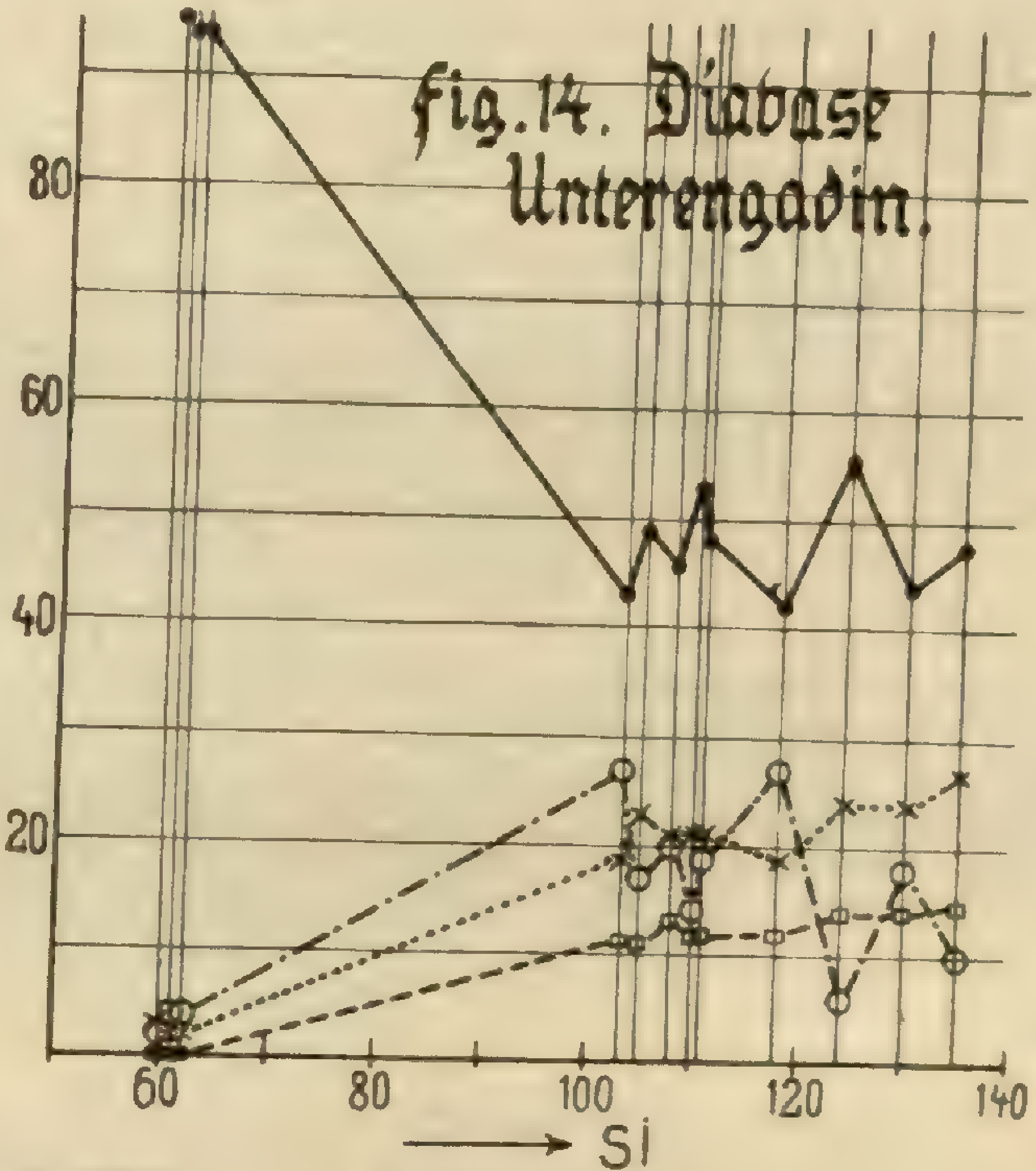


fig. 14. Diabase Unterengadin.

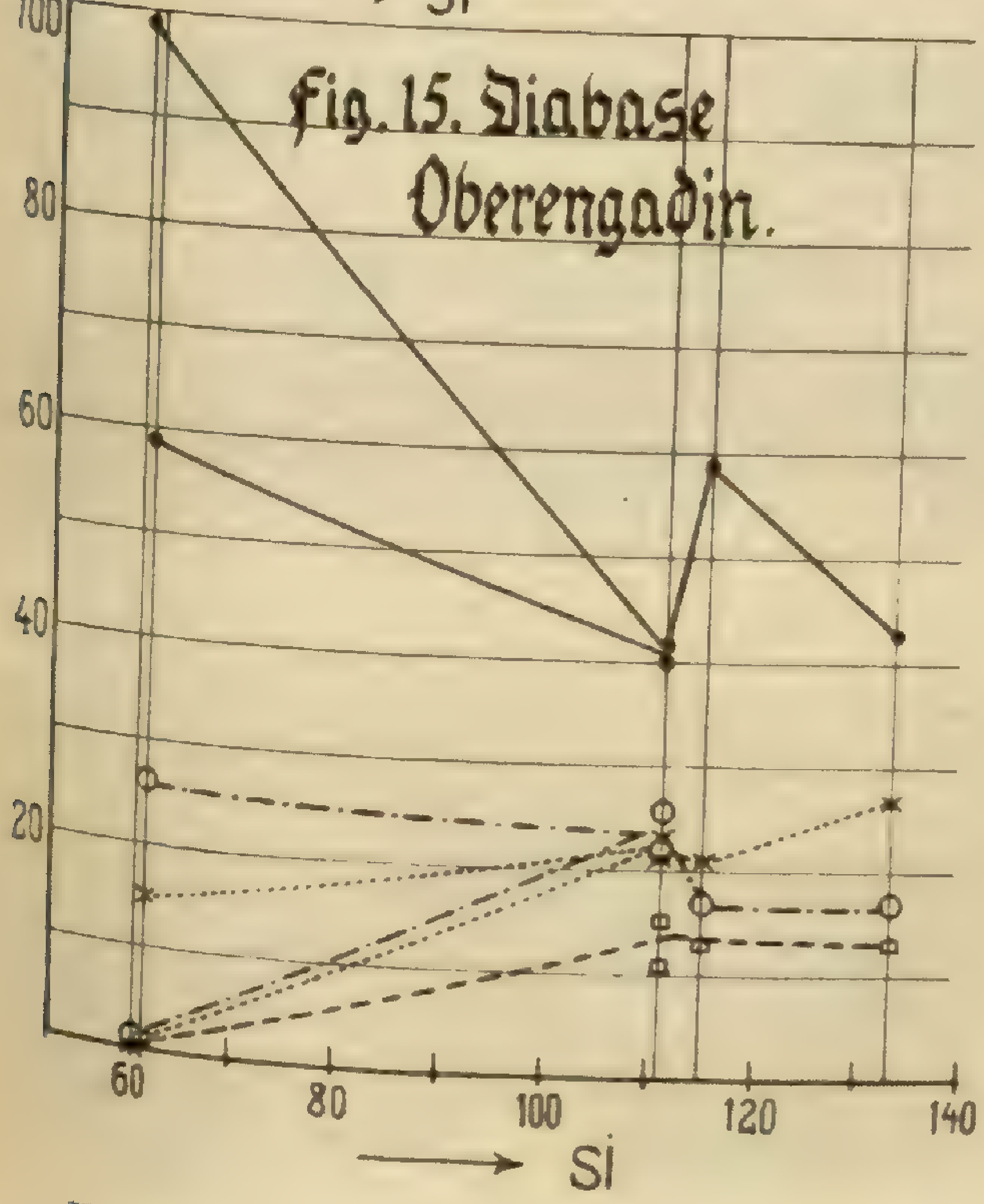


fig. 15. Diabase Oberengadin.

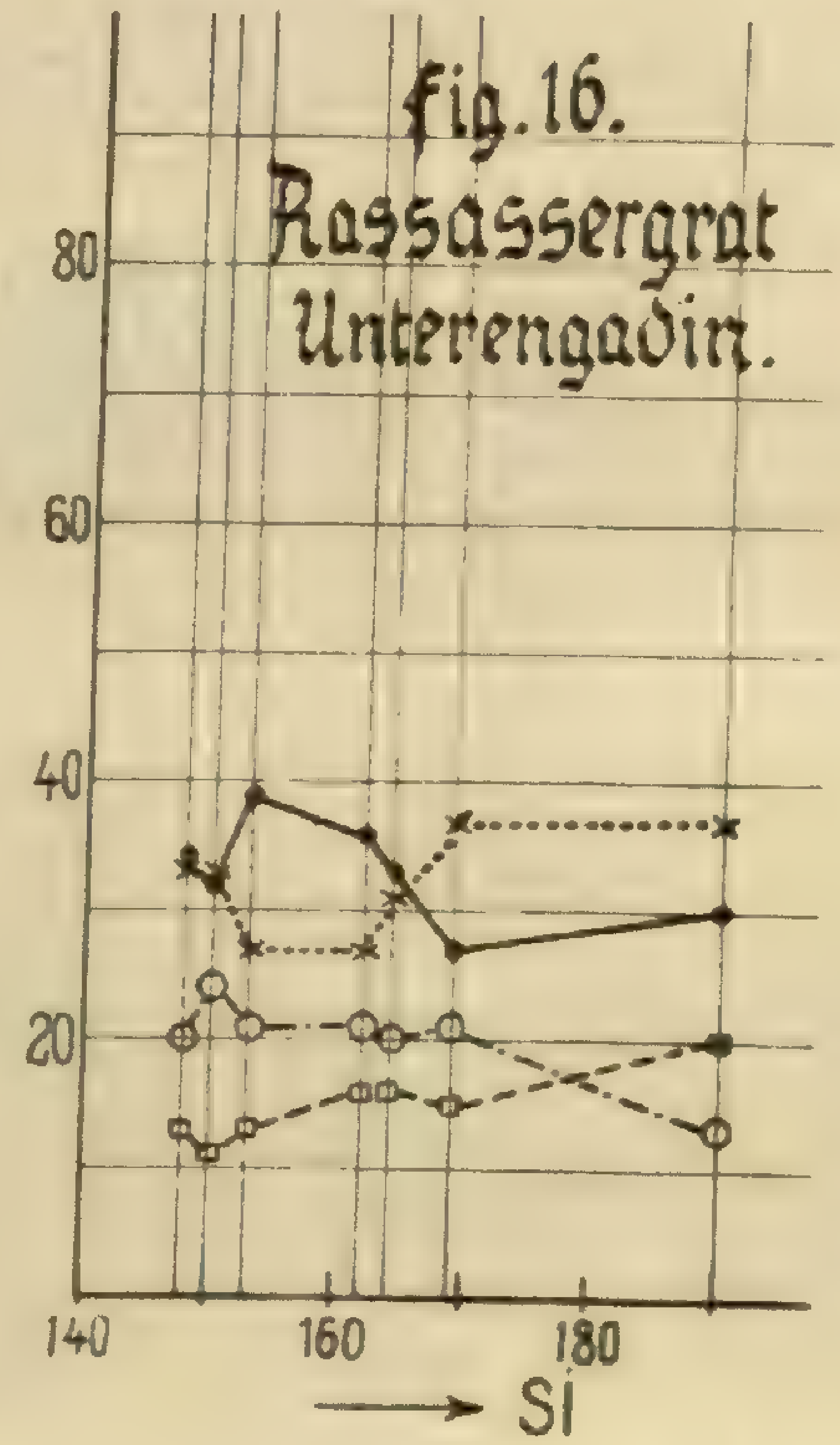


fig. 16. Rassassergrat Unterengadin.

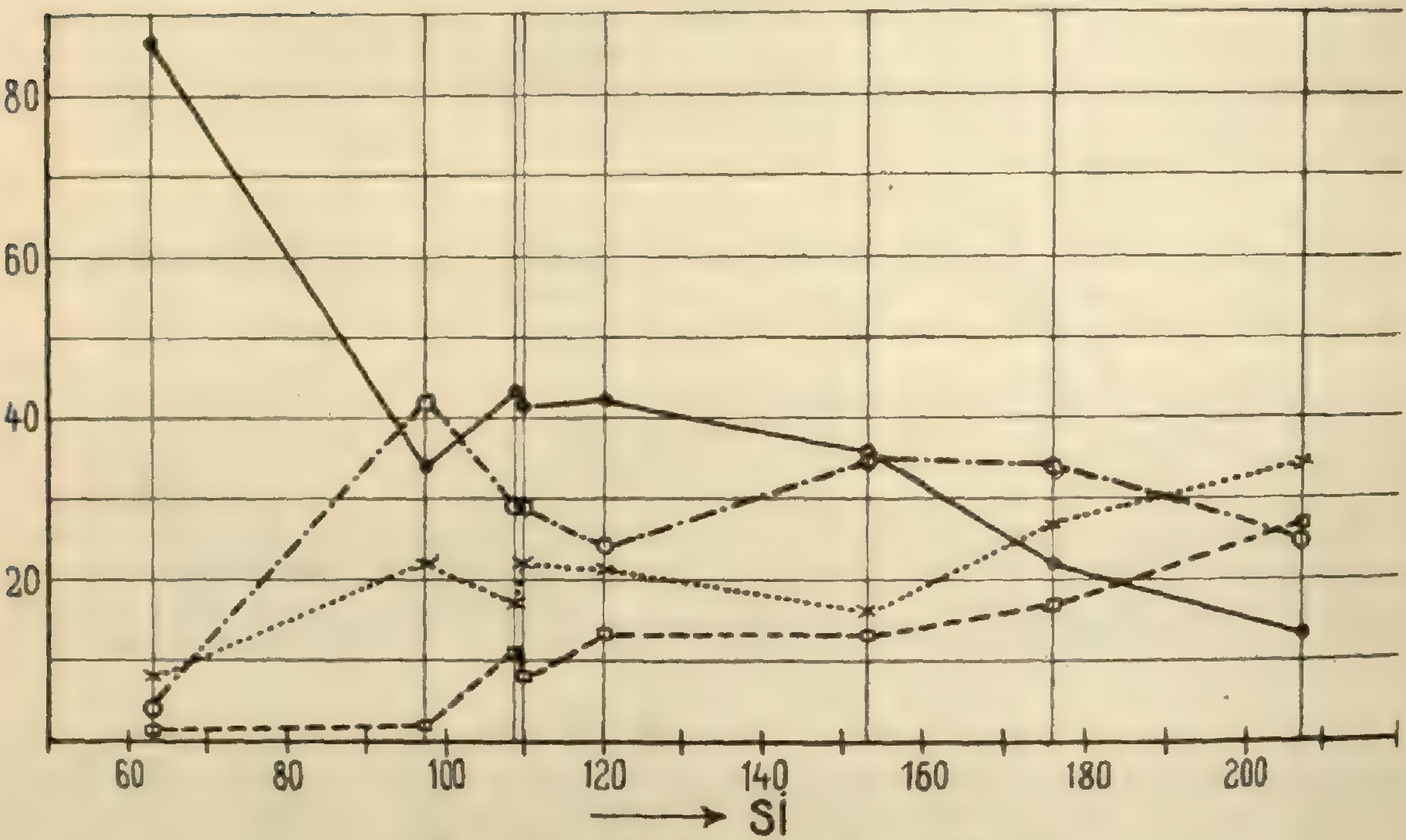


fig. 17. Grünschiefer Wallis

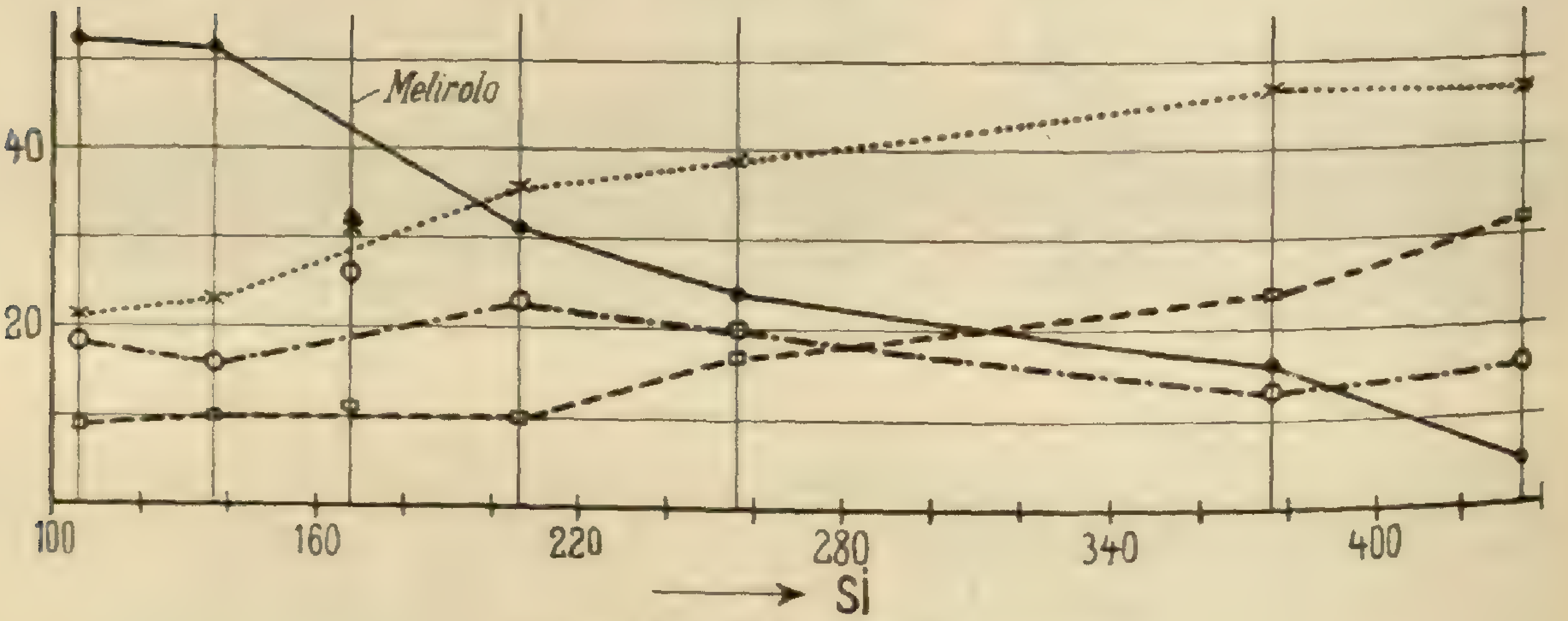


fig. 18. Rieserferner.

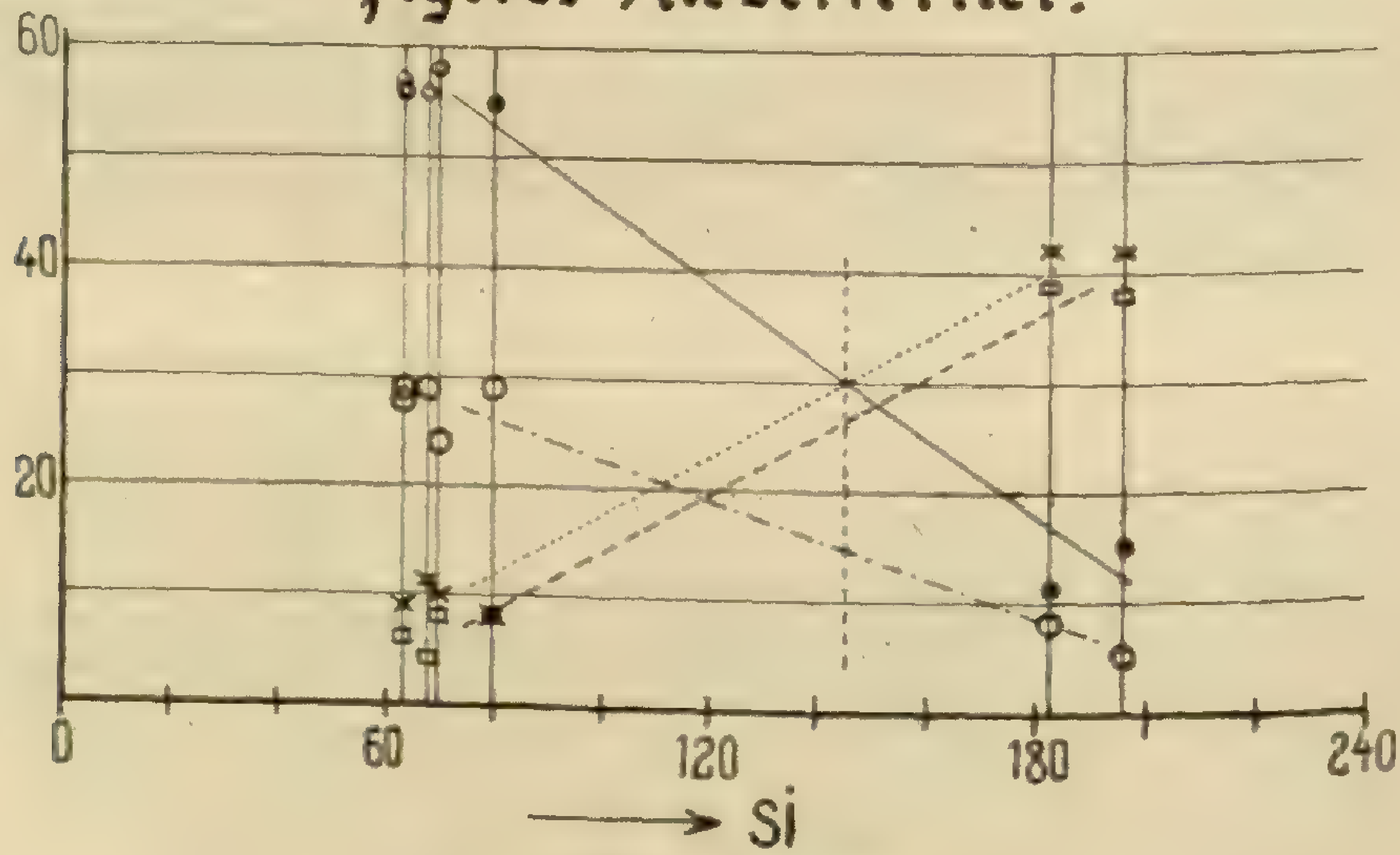


fig. 19. Hegau.

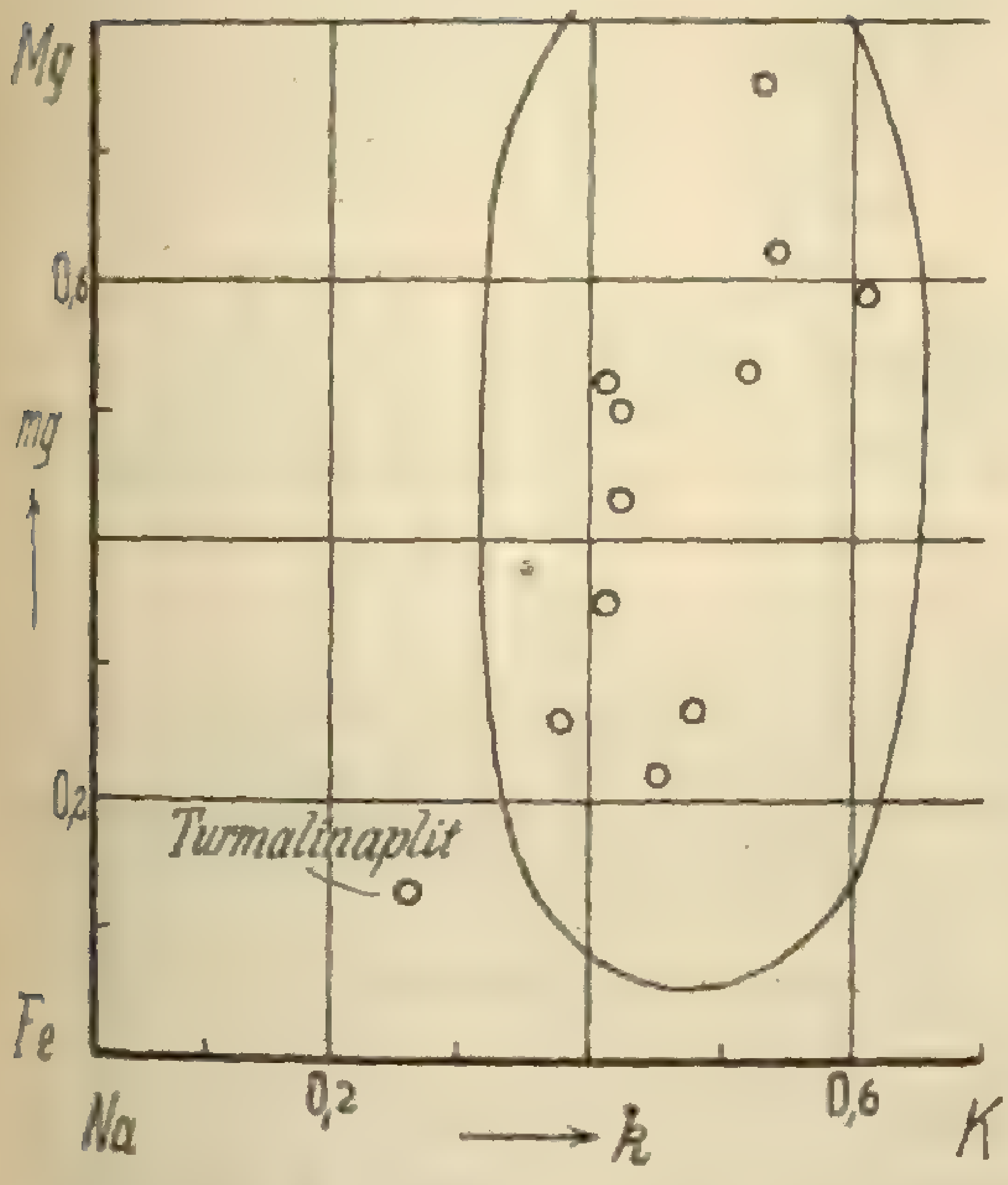


fig. 2ª Schwarzwald.

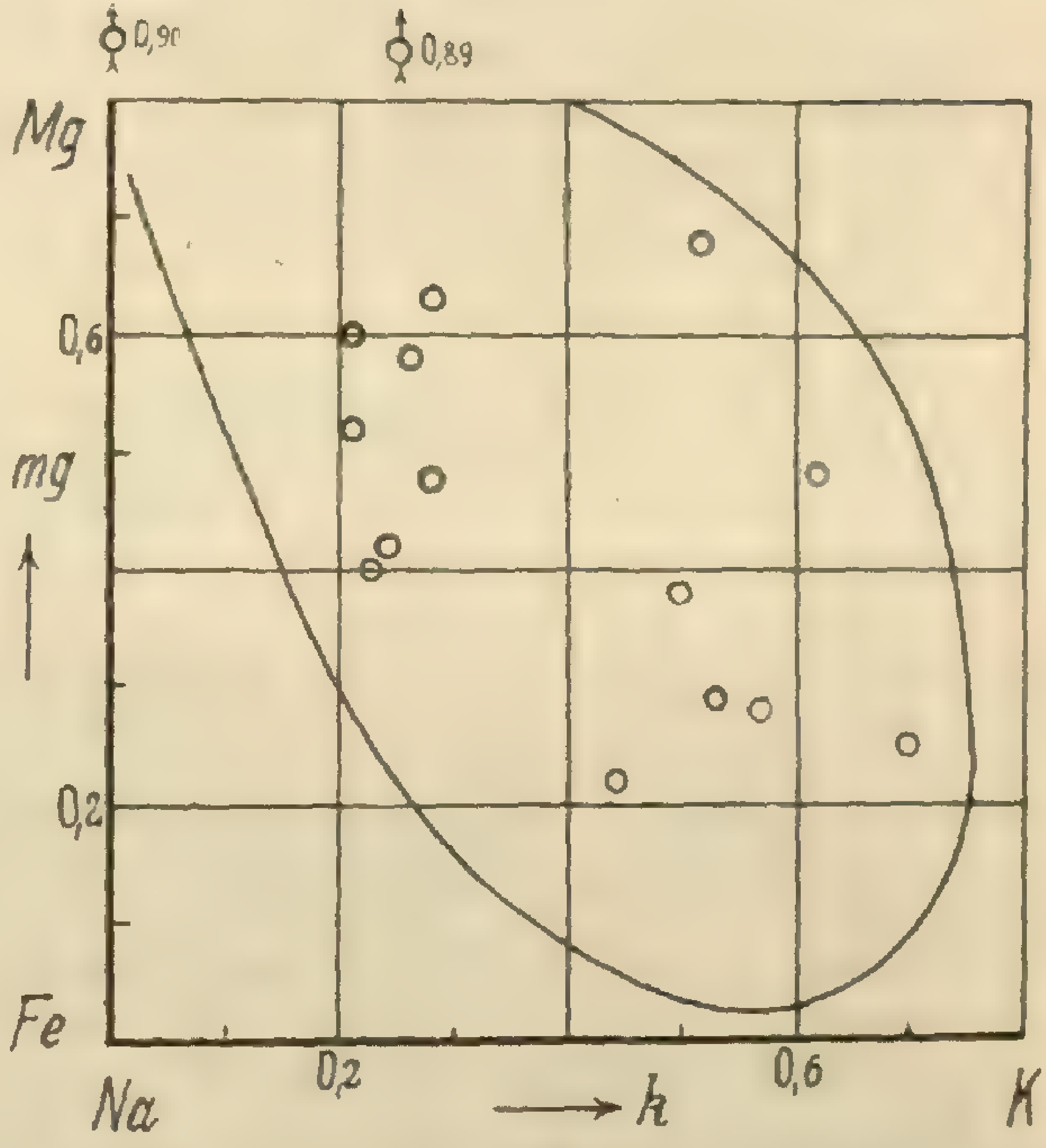


fig. 3ª Gotthard.

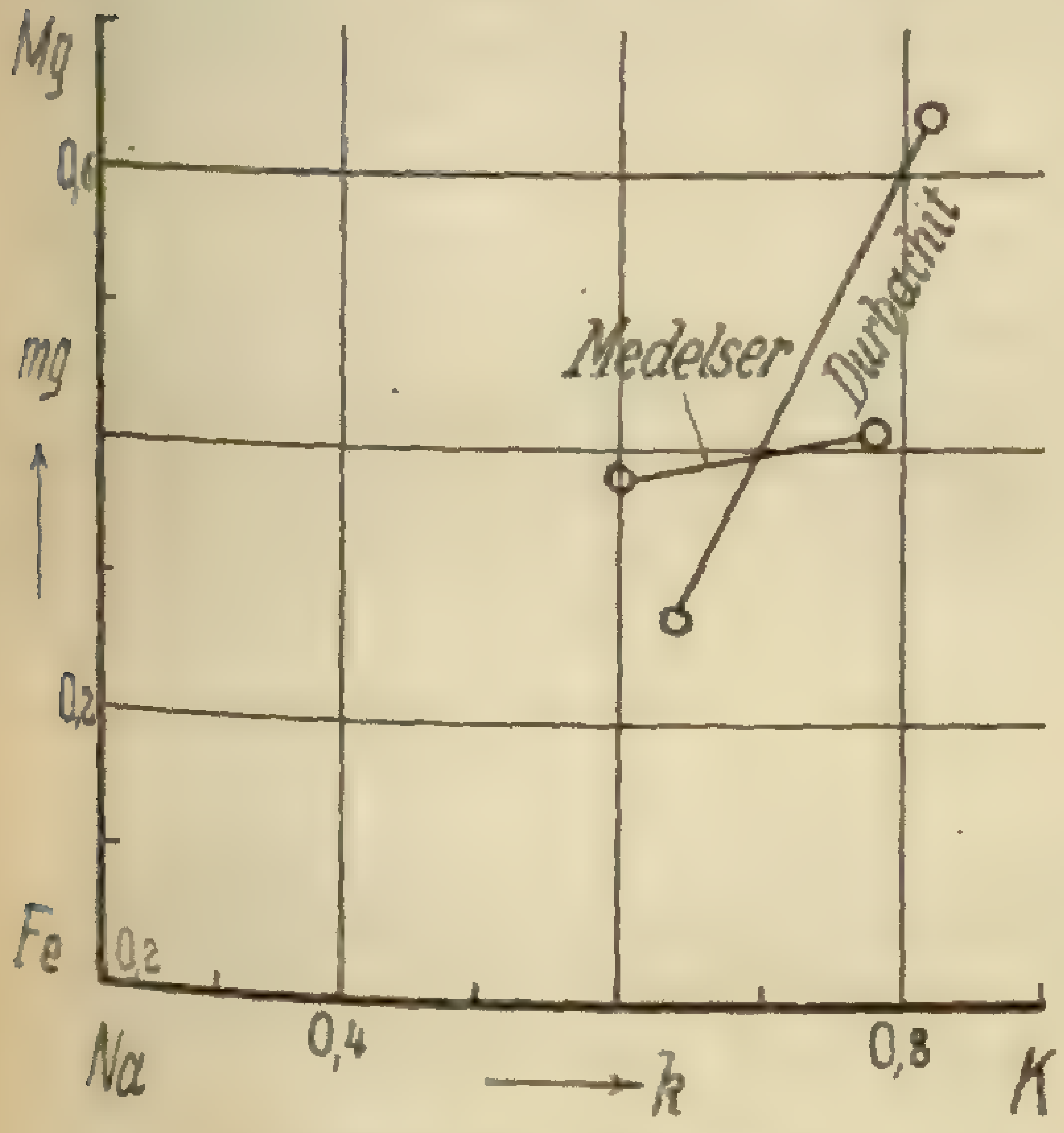


fig. 5ª Gotthard.

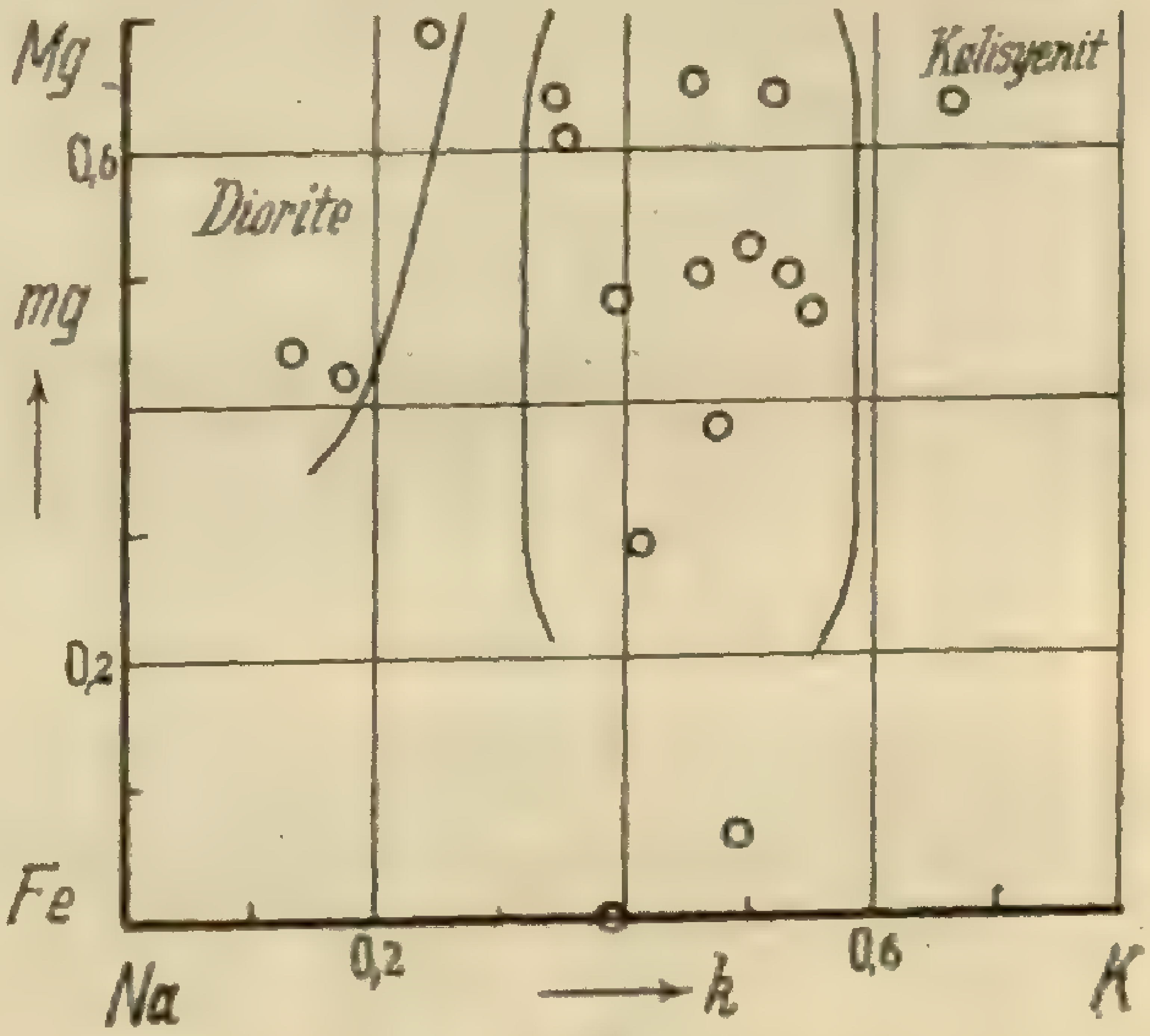


fig. 7ª Aarmassiv.

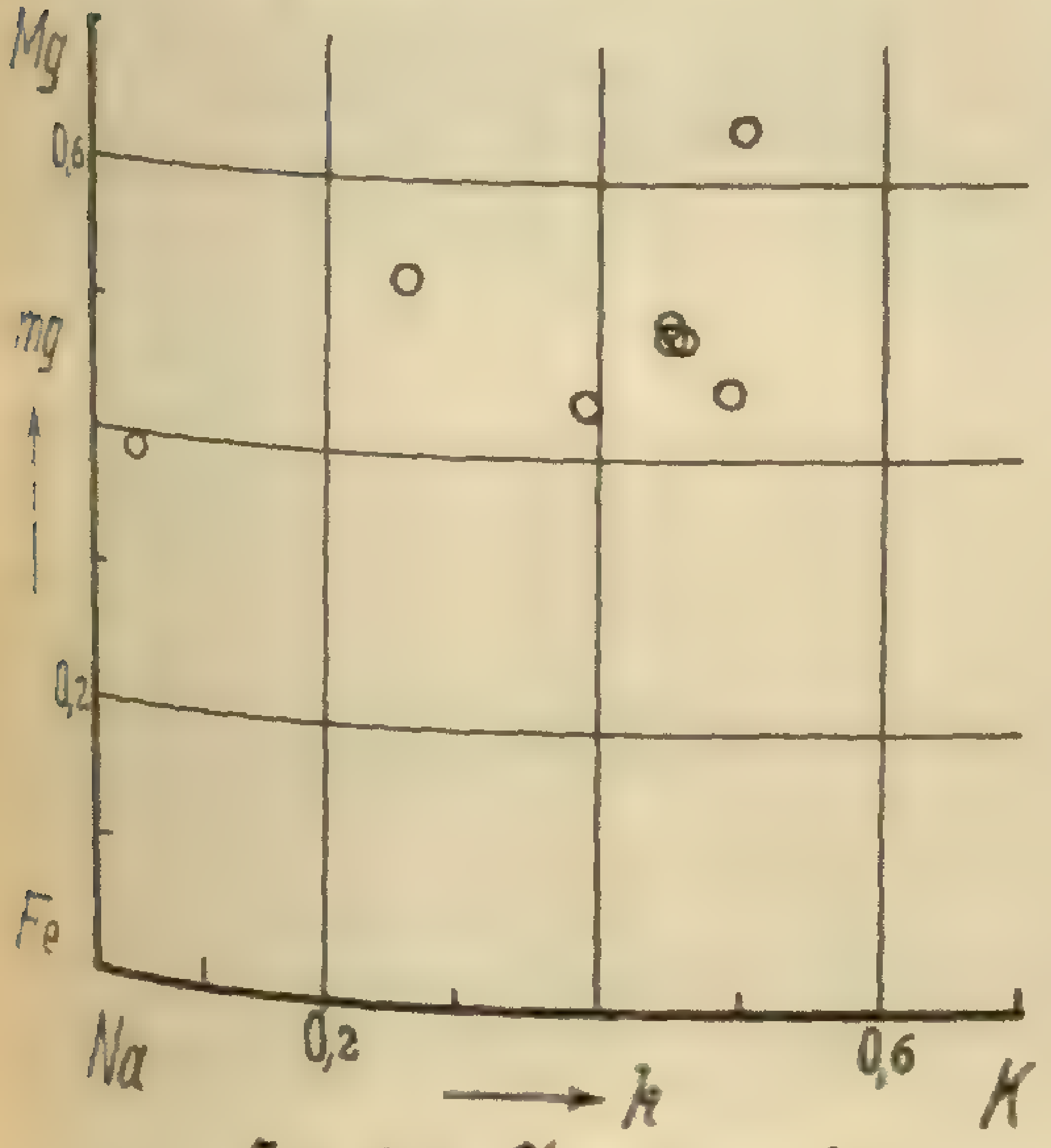


fig. 8ª Selladecke.

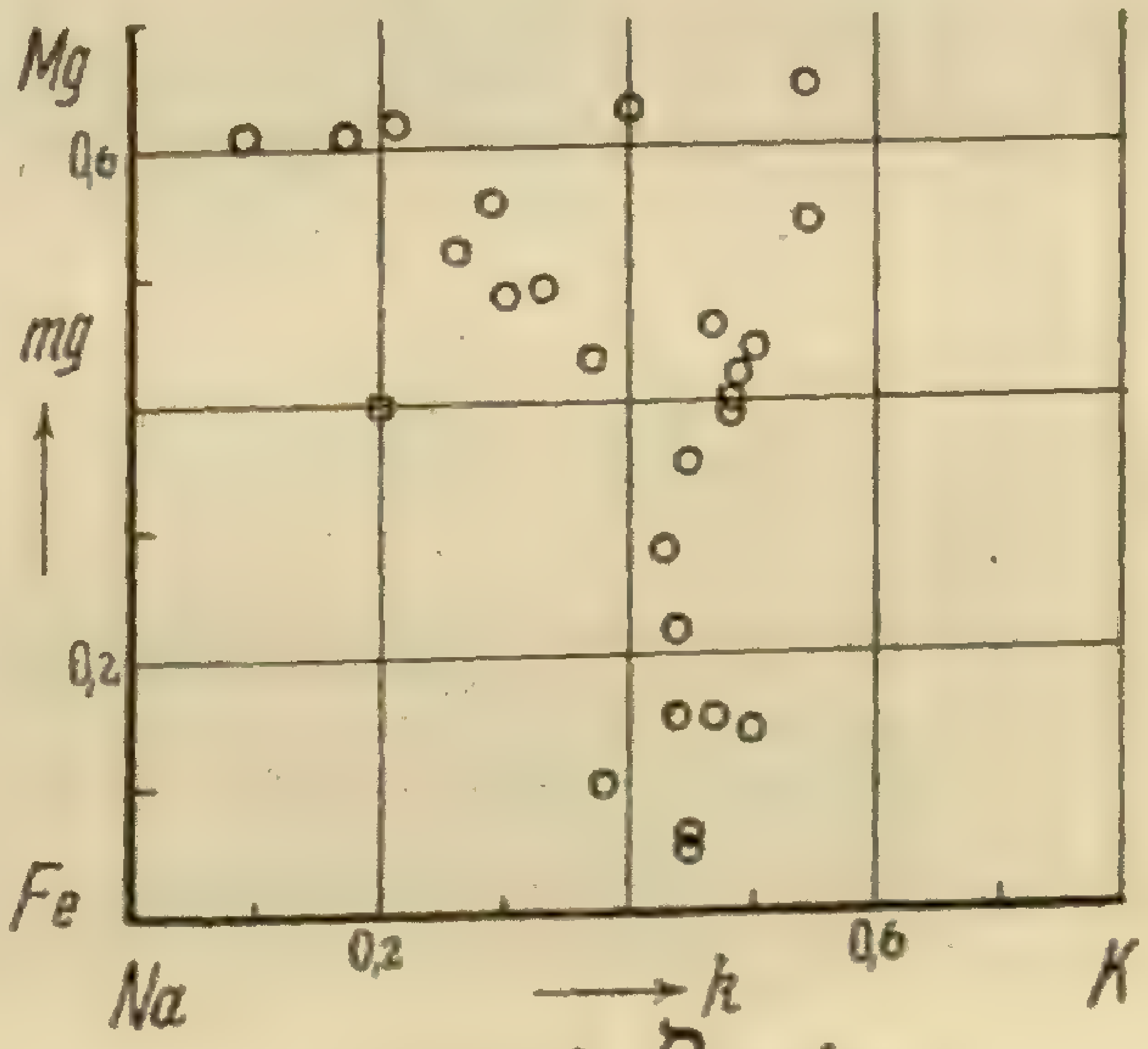


fig. 10ª Bernina.

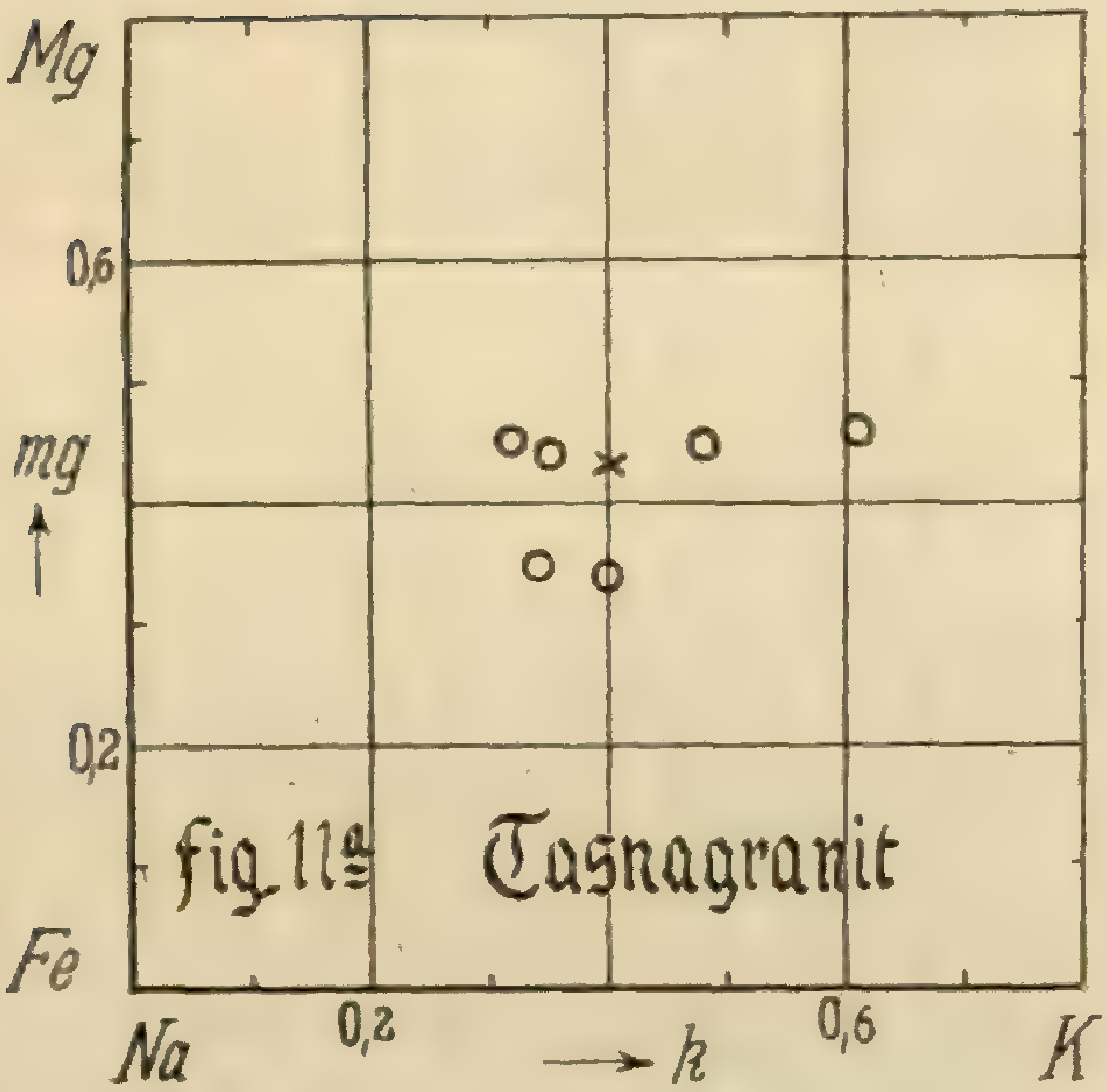


fig. 11a Tasnagranit

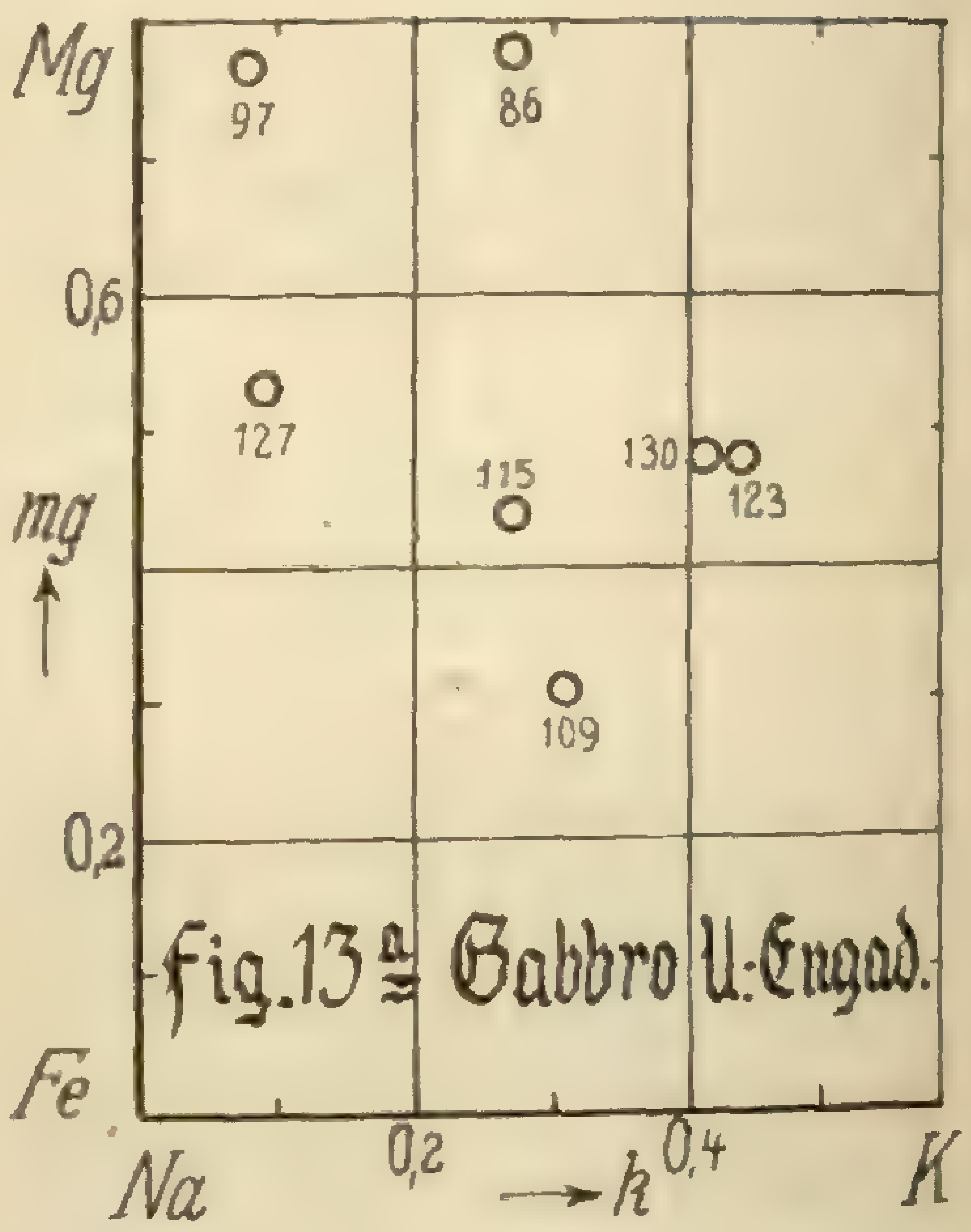


fig. 13a Gabbro U.-Engad.

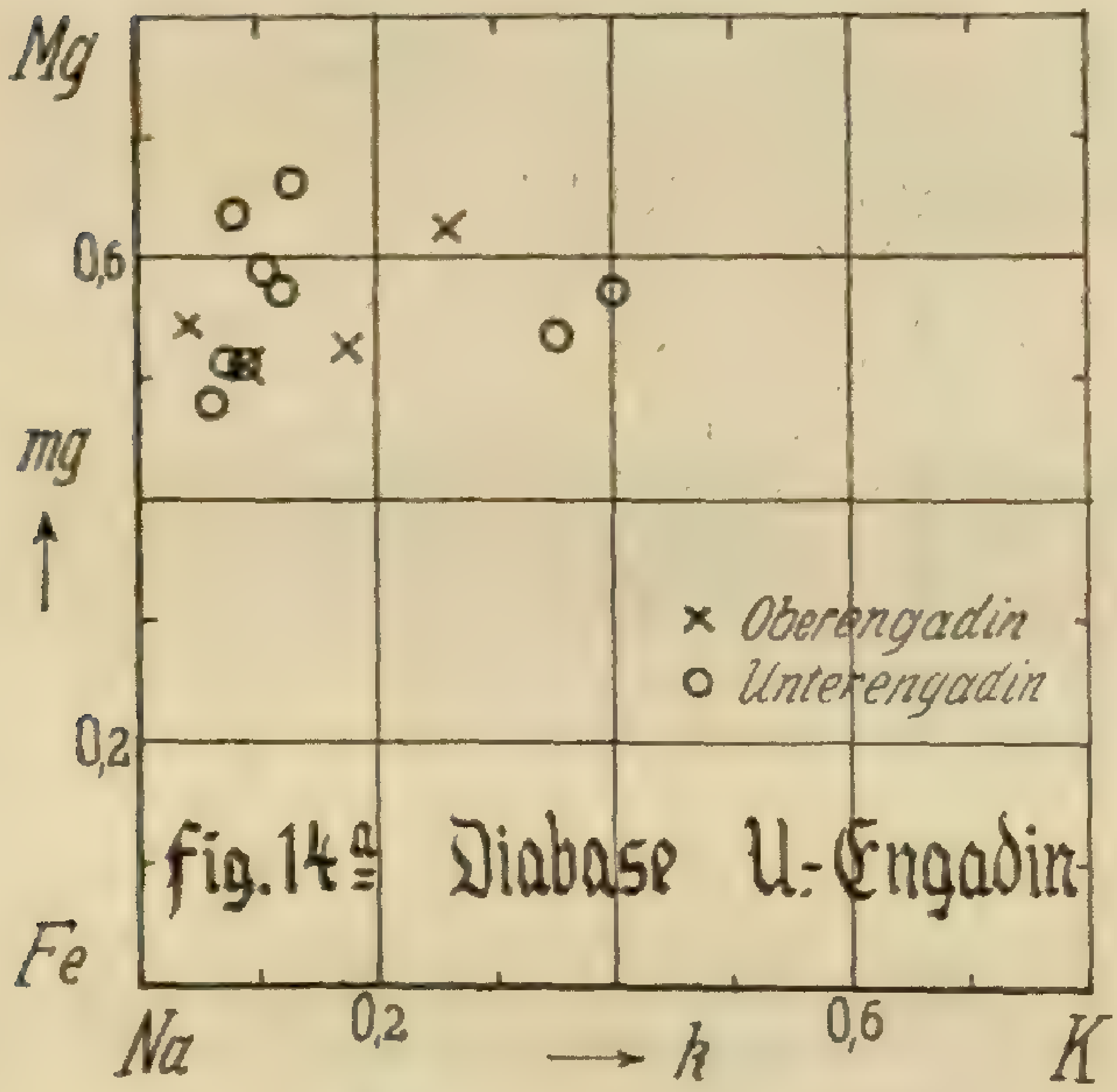


fig. 14a Diabase U.-Engadin

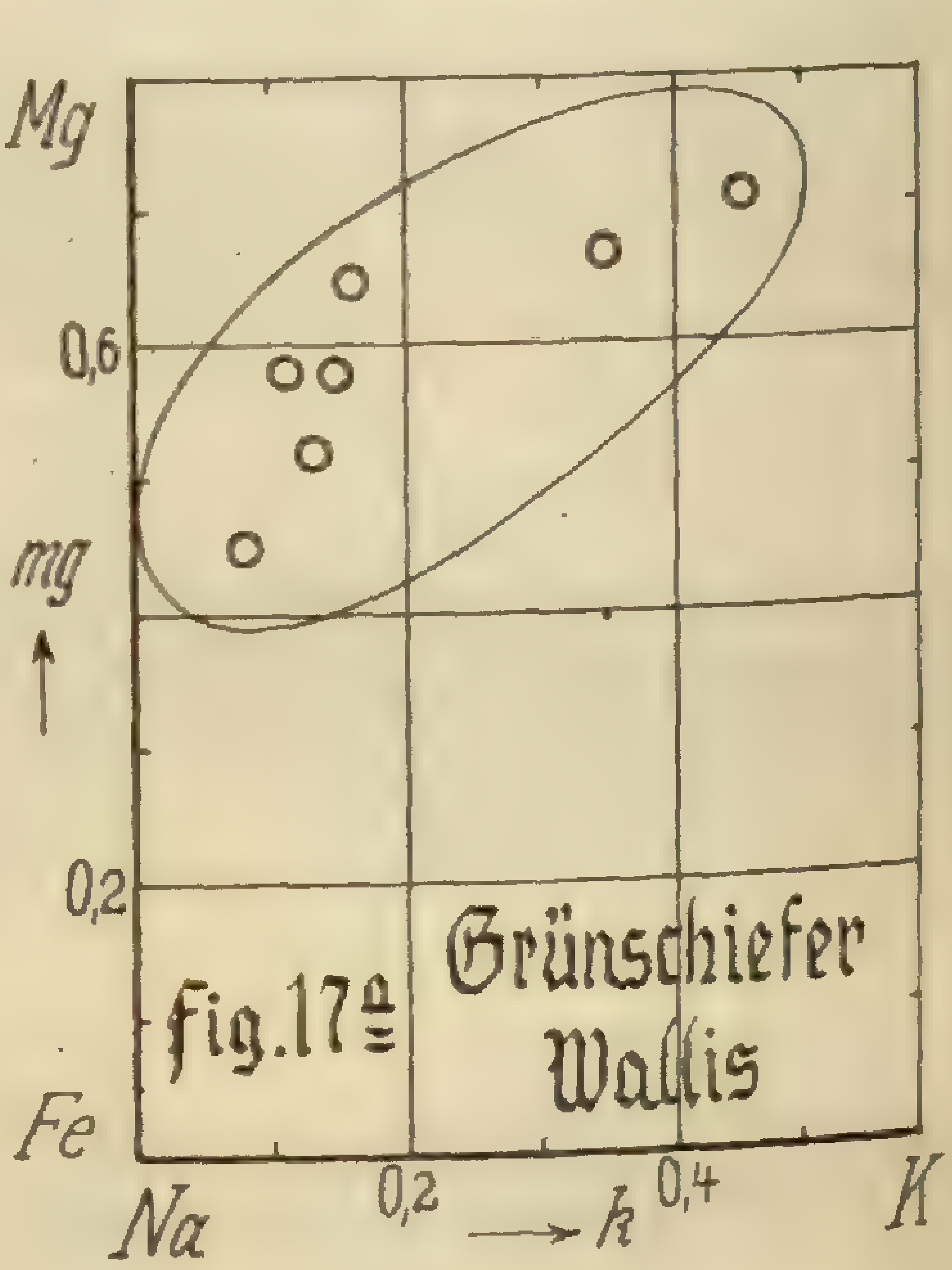


fig. 17a Grünschiefer Wallis

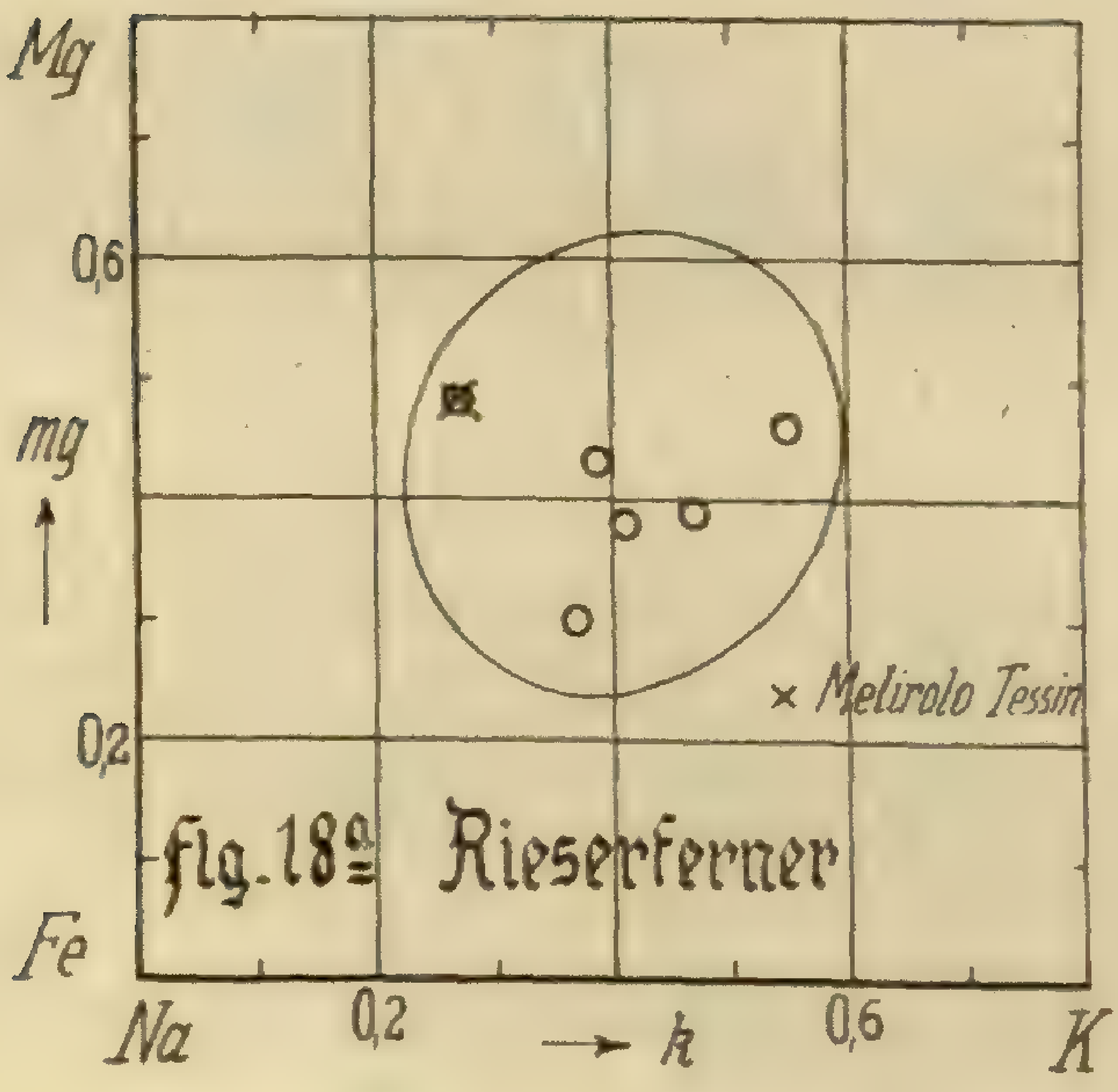


fig. 18a Rieserferner

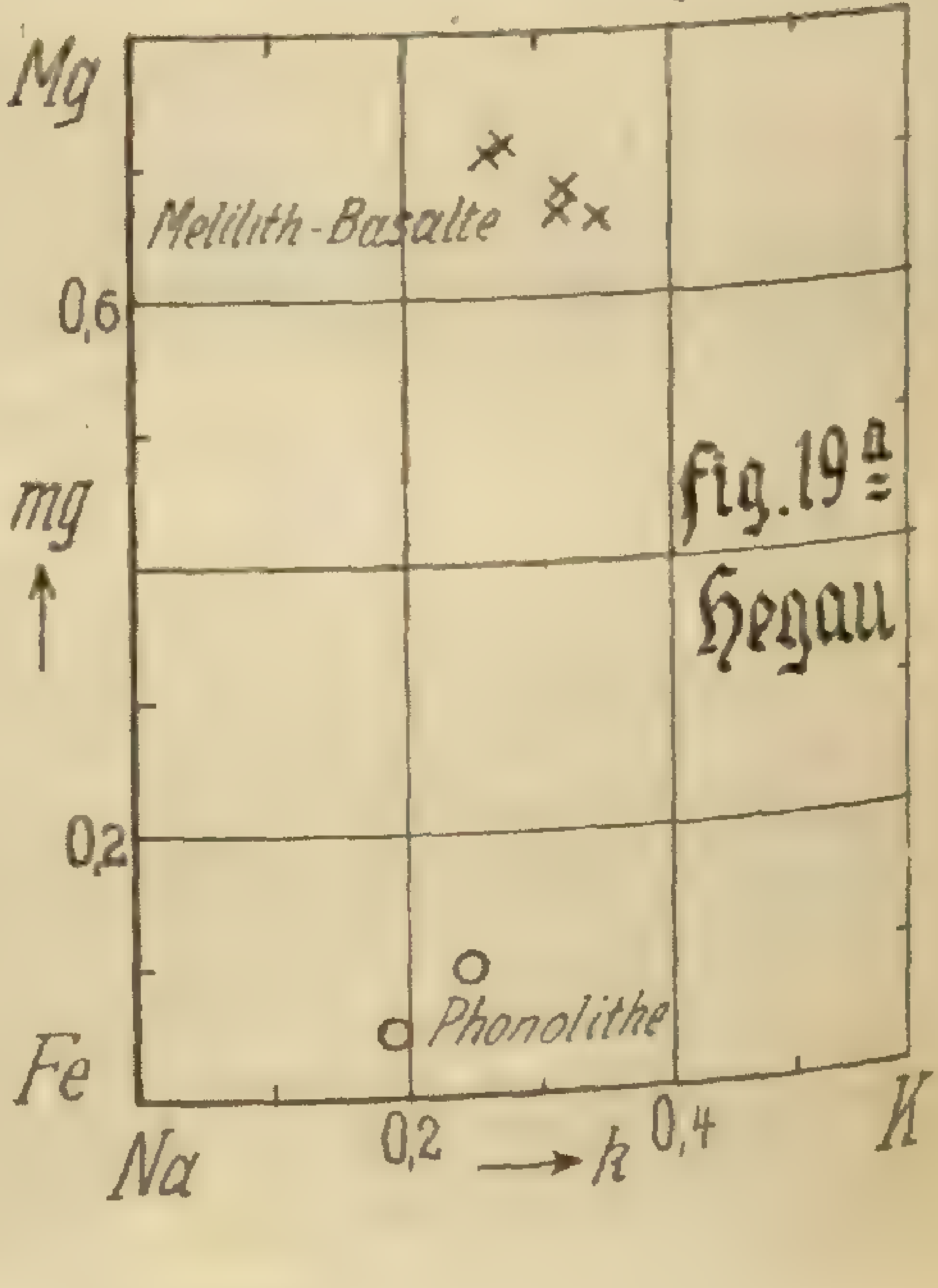


fig. 19a Hegau

Der Bergsturz am Türlersee
(Kt. Zürich).

Von

J. Hug (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 22. Oktober 1918.)

1. Der Talriegel bei Aeugstertal.

Bei einem Gange durch das obere Reppischtal von Stallikon aufwärts, fällt uns bei Aeugstertal eine ganz unvermittelte Änderung im Charakter der Form des Tales auf. Der 3—400 m breite Talboden hört an dieser Stelle auf. Von einem Talboden ist hier nichts mehr zu sehen. An dessen Stelle gewahren wir eine plumpe, unförmliche

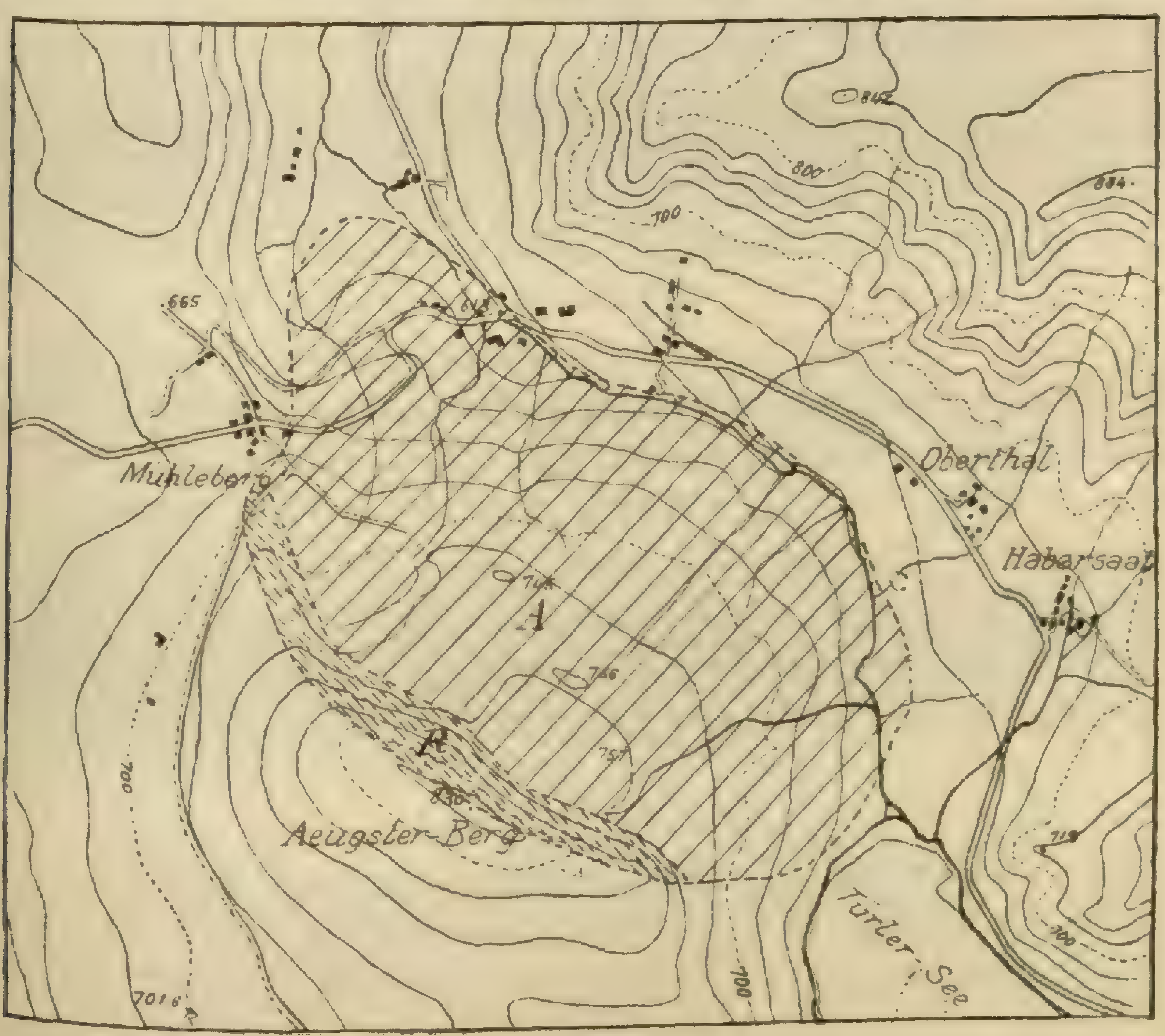

842
800
884
700
665
Mühleberg
Oberthal
Habersaat
714
A
746
R
757
838
Aeugster-Berg
700
718
700
Türler-See
701.6
700

Fig. 1. Verbreitung des Bergsturzes.

1 : 25 000 Aequidistanz 20 m

A. Ablagerungsgebiet des Bergsturzes (schraffiert).

R. Abrissnische (gestrichelt).

Bodenerhebung, durch welche die Reppisch ganz an den rechten Talhang gedrückt wird.

Die Ausdehnung und die Form unseres Talabschlusses lässt sich am besten aus der vorstehenden Kartenskizze (Fig. 1) entnehmen. In der topographischen Karte 1 : 25 000 machen nicht weniger als 9 Höhenkurven die ausgeprägte Ausbuchtung nach Nordosten mit.

Übersteigen wir das Hindernis, oder weichen wir ihm nach links aus, so erfahren wir, dass es sich hier nur um einen scheinbaren Abschluss des Tales handelt. Nach einem Unterbruch von 1,5 km kommt unser Tal wieder zu seinem Rechte. Die vom untern Reppischtal bekannten, aus Molassesandsteinen und Mergeln gebildeten Hänge stellen sich wieder ein. Nur der Talboden hat seinen Charakter etwas geändert; er wird vom Blau des Türlersees eingenommen.

2. Bergsturzcharakter des Riegels.

Über die geologische Zusammensetzung des Riegels gab am besten eine Exkursion am 23. Mai 1914 Aufschluss. Zu jener Zeit wurde längs des Nordhanges ein neuer Weg angelegt, der verschiedene tiefe Einschnitte notwendig machte. Es wurde dabei überall eine aus Lehm, Mergeln und Glimmersanden zusammengesetzte Masse blossgelegt, in welcher regellos Sandsteinbrocken in allen möglichen Grössen eingebacken waren. Zweifellos liegt hier Material aus der obern Süsswassermolasse vor, die ja an den Gehängen überall ansteht, aber die Lagerung kann nicht mehr die ursprüngliche sein. Die Form des Talriegels schliesst eine Bildung durch Wassertransporte aus; auch eine langsam abgewitterte Schutthalde müsste ganz andere Formen angenommen haben. Bei einer so weitgehenden Durchknetung kann es sich nur um einen einmaligen grossen Abbruch, um einen Bergsturz handeln. Dafür sprechen auch die eigenartigen Landschaftsformen in den obersten Partien des Riegels. Einige ausserordentlich steile Hügel stechen fast turmartig bis 30 m hervor; sie sind auf der Karte als Punkte 745, 747 und 756 besonders hervorgehoben. Es handelt sich hier um gewaltige Brocken von Molassesandstein, die unter der Wucht des Sturzes aus der weichen, mergeligtonigen Masse herausgehoben worden sind und sich in dieser merkwürdigen Stellung zu halten vermochten. Durch die Abwitterung sind die einzelnen Hügel von einem Schuttkegel umsäumt worden, wodurch die ursprünglichen steilen Formen etwas gemildert wurden.

3. Die Abrissfläche.

Über die Herkunft des Bergsturzes braucht man sich nicht lange den Kopf zu zerbrechen. Schon aus dem Kartenausschnitt geht hervor, dass die rechte Talseite zwischen den Häusergruppen „Götschihof“ und „Habersaat“ seine normale Form bewahrt hat, ein Ausbruch von dieser Seite ist daher undenkbar. Die linke Talseite, der Nordosthang des Aeugsterberges trägt dagegen durchaus den Charakter einer bergwärts gebogenen Ausbruchnische, die sich schon aus der Karte deutlich erkennen lässt. Die Abrissfläche beginnt, am Nordende bei den Häusern „Mühleberg“ ausserordentlich scharf ausgeprägt, mit einer Sprunghöhe von nur einigen Metern und schwillt gegen den höchsten Punkt des Aeugsterberges auf gegen 100 m an. Die Nische erstreckt sich auf eine Länge von nicht weniger als 1,3 km. Fast überall stehen an der steilen Abrissfläche die nackten Schichtköpfe der Molasse an; die Vegetation hat sich hier nur teilweise das Feld erobern können.

Aus dieser Nische hat sich die gewaltige Schuttmasse des Bergsturzes direkt gegen den rechten Talhang vorgeschoben, nur eine kleine Komponente raffte sich zu einem Vorstoss gegen Norden auf.

4. Rauminhalt.

Über den Inhalt des Bergsturzes gibt uns die Kartenskizze bereits etwelchen Aufschluss. Die horizontale Ausdehnung wäre auf ungefähr 1 km^2 anzuschlagen, die mittlere Dicke darf zu 60—70 m geschätzt werden, der Kubikinhalt würde sich demnach auf 60—70 Millionen m^3 berechnen. Zum Vergleich führe ich die beiden bekanntesten historischen Bergstürze an, denjenigen von Goldau, mit 15 Millionen, und den noch jüngeren Kollegen von Elm, mit 10 Mill. m^3. Beide stehen also in Bezug auf Grösse weit hinter dem Bergsturz am Türlersee.

5. Die Ursache des Bergsturzes.

Auch die Ursache der Ablösung der Bergsturzmasse muss nicht weit gesucht werden. Im Gebiet der horizontal gelagerten Molasse hat man nicht selten Gelegenheit, entsprechende Vorgänge im Kleinen beobachten zu können. Wird ein solcher Felshang durch einen Fluss so unterspült, dass die Böschung nahezu senkrecht, d. h. für die Molasse zu steil wird, so entstehen nahezu senkrechte, unten gegen den Fluss hin abbiegende Risse, die oft in grösserer Zahl bergwärts folgen und nahezu parallel zu der erodierenden Wasserader verlaufen. In letzter Zeit hatte ich Gelegenheit bei verschiedenen grossen, zu Wasserbauten gehörenden Aufschlüssen derartige Klüfte im anstehenden Fels zu beobachten.

Für unseren Fall müssen wir ebenfalls eine Unterspülung des linken Hanges durch den eiszeitlichen Fluss voraussetzen, der den Talboden gebildet hat (siehe Abschnitt 7). Die so entstandene, für die

Molasse zu steile Böschung gab den Anlass zur Bewegung. An einer gewaltigen Kluft, die den Aeugsterberg durchsetzte, löste sich die ihres Fusses beraubte Masse ab und glitt etwa 80 m tief in den Talboden ab, wobei sie mit ihrem obern Rand den untersten Teil der Abrissfläche zu decken vermochte.

Man kann sich fragen, ob für den beschriebenen Vorgang der Name Bergsturz die richtige Bezeichnung sei. Meines Erachtens wäre aber mit dem Namen „Schlipf“ oder „Rutschung“ die Erscheinung noch weniger zutreffend zusammengefasst, da die Bewegung in nahezu vertikaler Richtung erfolgte. In der Diskussion mit Fachgenossen an Ort und Stelle ist auch die Bezeichnung „Absackung“ als zutreffend erwähnt worden.

6. Die Beziehungen des Türlersees zum Bergsturz

sind so einleuchtend, dass ich darüber nur wenige Worte zu verlieren brauche. Es versteht sich von selbst, dass die im obersten Reppischtal gesammelten Wasser durch den Bergsturzriegel gestaut wurden. Der Türlersee muss also zur Gruppe der Bergsturz-Abdämmungsseen gerechnet werden.

7. Altersbestimmung.

Die Beobachtungen, die sich bei einem Gange über die höheren Partien des Ablagerungsgebietes ergeben, könnten leicht irre führen. Es fällt uns nämlich hier das Vorkommen von zahlreichen erratischen Blöcken auf; ich erwähne besonders die Blöcke von Nummulitenkalk, die an der Waldecke, 100 m südlich von Punkt 747, zu einem Haufen aus den Wiesen zusammengelesen worden sind.

Die Bedeckung mit Moränen wird bei einem Bergsturz in der Regel dahin gedeutet, dass ihm ein höheres Alter zukomme als dem überlagernden Erratikum. Da es sich in unserem Falle nur um Moräne der letzten Eiszeit handeln kann, so wäre demnach der Bergsturz der letzten Interglazialzeit zuzuweisen.

Damit käme man aber meines Erachtens auf eine unrichtige Fährte. Der Bergsturz zeigt in seiner Form nirgends die Spuren der Einwirkung eines über ihn hinweggegangenen Eisstromes.

Im weiteren habe ich bereits auf Seite 215 darauf hingewiesen, dass die Ursache zur Ablösung der Felsmasse nur in der Unterspülung des Hanges bei der Talbildung gesucht werden könne. Das Reppischtal musste also in seiner heutigen Tiefe bereits vorgebildet sein. Schon Alex. Wettstein (Geologie der Umgebung von Zürich 1885, Seite 60) und Alb. Heim (Die Geologie von Zürich. Vortrag am IV. internationalen Geologenkongress 1894, Seite 194) haben bewiesen, dass das Reppischtal in seiner Entstehung mit der letzten Eiszeit in Verbindung stehen müsse. Damals legte sich eine Seitenmoräne des Reussgletschers an den Westrand des Albis an, von welchem der Zimmerberg und der Aeugsterberg noch nicht abgetrennt waren. Der an der rechten Flanke des Gletschers abfliessende periphere Schmelzwasserbach schnitt sich zwischen der Moräne und dem Albishang ein und bildete so die breite Talsohle. Der heutige, aus dem beschränkten Einzugsgebiet gesammelte Abfluss hätte niemals einen so breiten Talboden auszuspülen vermocht; er ist ja nicht einmal imstande, die von den Seitenbächen vorgeschobenen Schuttkegel wegzuräumen.

Die genauere Untersuchung hat ergeben, dass die Bildung des Reppischtales während der letzten Eiszeit, kurz nach dem Stadium von Schlieren begonnen hat und einige Zeit vor dem Zürcherstadium zu Ende war, d. h. der entsprechende Schmelzwasserfluss setzte zur Zeit der Endmoräne von Wettswil ein und hörte mit dem Rückzug von der Moräne von Hedingen-Lilienberg auf. (J. Hug. Die letzte Eiszeit der Umgebung von Zürich. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zürich, 1917, Seite 135.)

Auch während der Periode der Talbildung des Reppischtales kann man sich die Entstehung des Bergsturzes nicht recht vorstellen, der kräftige Schmelzwasserfluss hätte sonst ohne Zweifel einen Teil der Ablagerung wegzuräumen vermocht. Wir können uns also die Sache nur so erklären, dass der Schmelzwasserfluss die Unterspülung des linksseitigen Talhanges besorgte, worauf dann nach dem Erlöschen des Wasserlaufes, d. h. nach dem Rückzuge des Gletschers von der Moräne von Hedingen-Lilienberg-Vollenweid die Ablösung der Masse erfolgte.

Einen weiteren Anhaltspunkt für die Altersbestimmung bilden die Funde aus der Pfahlbauerzeit, die während des ausnahmsweise niedrigen Wasserstandes vom Herbst 1911 am trocken gelegten Ufer des Türlersees gemacht werden konnten. (Siehe Notizen in der Zürcher Wochenchronik, Jahrgang 1911 im Heft vom 18. November, Seite 464 von O. H. (O. Heierli) und 16. Dezember von H. K. (H. Kübler).

Nach diesen Erwägungen wären Bergsturz und Türlersee in ihrer Bildung zwischen die letzten Phasen der letzten Eiszeit und die Pfahlbauerzeit zu stellen.

8. Zusammenfassung.

Der Gang der Ereignisse am Türlersee liesse sich in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Während der zweiten Hälfte der letzten Eiszeit (zwischen den Stadien von Schlieren und Zürich) unterspülte der das Reppischtal bildende Schmelzwasserfluss den Fuss des Aeugsterberges.

2. Die so geschaffene übersteile Böschung konnte sich auf die Dauer nicht halten; eine Masse von 60—70 Millionen m^3 löste sich ab und legte sich als Riegel quer durch die Talsohle.

3. Hinter der Bergsturzanhäufung mussten sich die aus dem oberen Teil des Reppischtales kommenden Wasser zum Türlersee stauen.

Zur Tektonik der Front Range in Colorado.

Von

Ed. Bloesch (z. Z. Tulsa, Oklahoma).

(Als Manuskript eingegangen am 19. November 1918).

Verglichen mit dem Alpengebirge ist die Geologie der Rocky Mountains noch wenig bekannt, und dies dürfte mit Ausnahme von Gebieten von besonderer praktischer Bedeutung noch auf lange Zeit hinaus der Fall sein. Die Hauptursache liegt neben der grossen Ausdehnung des Gebietes und der Abgelegenheit vieler wichtiger Lokalitäten im Mangel an guten topographischen Karten. Beinahe ein Drittel des in die Rocky Mountains fallenden Areals der Vereinigten Staaten hat gar keine topographischen Karten, von Canada und Mexico gar nicht zu reden. Die meisten Karten sind im Maßstab 1:125000 oder sogar nur 1 : 250000 und zur Kartierung komplizierter Geologie unbrauchbar. Die Blätter im Maßstab 1 : 62500, die der Verfasser im Terrain zu prüfen Gelegenheit hatte, sind ungenau und ungenügend als topographische Grundlage zu einer geologischen Spezialaufnahme. Nur einige isolierte topographische Blätter von ökonomisch wichtigen Stellen sind in grösserem Maßstab aufgenommen.

Es sind aber auch Schwierigkeiten rein geologischer Natur zu überwinden, wie Unterbrechungen in der Sedimentation, Landablagerungen, bei denen, wie auch bei gewissen marinen Sedimenten, typische altersbestimmende Fossilien fehlen oder noch nicht gefunden worden sind, und schliesslich Eruptivgesteine verschiedenen Alters, besonders tertiäre Basaltdecken, die grosse Gebiete völlig der Beobachtung entziehen.

Die Tektonik ist schon aus dem Grunde kompliziert, weil bedeutende Faltungen zu verschiedenen Zeiten stattgefunden haben. Die folgenden sind dem Verfasser aus eigener Anschauung bekannt:

1. Die präcambrische Faltung in Colorado, von der später die Rede sein wird.

2. Die wunderschön von der Southern Pacific Railroad östlich Marathon zu beobachtende Diskordanz in den Davis Mountains in

Texas. Die Schichten des Carbons fallen dort auf eine weite Strecke mit ca. 40° gegen Osten ein. Die Schichtköpfe sind zu einer ebenen Fläche aberodiert, auf welcher die Schichten der untern Kreide lagern. Transgressionsfläche und Kreideschichten fallen unter einem kleinen Winkel gegen Osten. Diese Aufrichtung und Faltung fällt, soweit wir wissen, in die Juraperiode. Während dieser Zeit fanden am Ostrand der Rocky Mountains in Colorado keine Faltungen statt, sondern nur leichte Hebungen und Senkungen, welche Unterbrechungen in der marinen Sedimentation bedingten.

3. Die Faltung am Ostrand der Rocky Mountains in Colorado, die noch die jüngsten Kreideschichten mit ergriffen hat.

Der Ostrand der Front Range in Colorado.

Der grösste in nicht allzukleinem Maßstab zusammenhängend geologisch kartierte Komplex liegt am Ostrand der Rocky Mountains in Colorado. Er umfasst die folgenden Folios des United States geological Survey (Maßstab 1 : 125 000): Folio No. 58 Elmoro, No. 71 Spanish Peaks, No. 186 Apishapa, No. 68 Walsenburg, No. 135 Nepesta, No. 36 Pueblo. Diese sind meist im Vorland gelegen, und nur Pueblo und Walsenburg reichen an das Kristalline heran.

Das nördlich anschliessende Folio No. 203 Colorado Springs (1916), das die Spezialkarte Manitou 1 : 48 000 enthält, zeigt den Gebirgsrand sehr schön, während das nächst westliche Folio No. 7 Pikes Peak mit der Spezialkarte Cripple Creek 1 : 25 000 fast ganz im Kristallinen liegt. Eine verbesserte Aufnahme der letztern findet sich in der grossen Monographie des Cripple Creek Gold Districts (U. S. G. S. Prof. paper No. 54).

Nördlich Colorado Springs schliesst an Folio No. 198 Castle Rock, während das folgende Gebiet in U. S. G. S. Monograph 27 beschrieben ist. Dieses Werk enthält eine Karte 1 : 125 000 der Umgebung von Denver, eine Spezialkarte im doppelten Maßstab der Gegend von Golden und eine im vierfachen Maßstab der Umgebung von Boulder.

Von letzterem Gebiet und zugleich sich weiter nach Norden erstreckend findet sich eine Karte 1 : 62 500 in U. S. G. S. Bulletin No. 265.

Nach Norden bis zur Staatsgrenze haben wir eine Beschreibung mit Karte (ca. 1 : 200 000) in Colorado geological Survey first Report 1908. Dazu kommt anschliessend in Wyoming U. S. G. S. Folio No. 173 Laramie-Shermen.

Diese Publikationen geben ein beinahe zusammenhängendes Bild des Ostrandes des als Front Range bekannten Teiles der Rocky Mountains mit ihrem Vorland. Die Aufnahmen sind zusammengestellt auf der geologischen Karte von Colorado 1 : 500 000 (Colorado state geol. surv. 1913).

Der Verfasser hatte Gelegenheit, einzelne Punkte dieses Gebietes zu studieren, nämlich die Umgebungen von Boulder, Golden und Colorado Springs. Die geologischen Verhältnisse sollen kurz beschrieben werden, wie sie sich aus einem kursorischen Studium der Literatur und eigenen Beobachtungen darstellen.

Kristallines Grundgebirge.

Nordwestlich Golden besteht das Grundgebirge aus Gneisen sedimentären Ursprungs, die zum Teil stark injiziert sind. Die Schichten sind steil gestellt, W-E bis WSW-ENE streichend und meist steil nach Süden einfallend. Pegmatitgänge zum Teil von grosser Mächtigkeit sind häufig. Viele von ihnen folgen dem Streichen der Gneise, was andeutet, dass ihre Instrusion gleichaltrig oder jünger ist als die Faltung.

Bei Boulder trifft man statt Gneis Granit, häufig von porphyroider Struktur. Nordwestlich der Stadt ist er massig, südwestlich mehr oder weniger zu einem Gneis geschiefert, was möglicherweise durch einen Altersunterschied bedingt ist. Die Schieferung läuft in der allgemeinen Streichrichtung der Gneise bei Golden. Aplitische und pegmatitische Gänge sind häufig, doch sind letztere von geringerer Mächtigkeit. Ihr Verlauf ist wechselnd, häufig NE SW unter einem Winkel zur Schieferung. Andere Ganggesteine meist porphyrischer Natur sind häufig.[1]) Einzelne Varietäten derselben durchdringen auch die Sedimente und bildeten zur Zeit der jüngsten Kreide oder des ältesten Tertiärs weite Basaltdecken im Vorland, von denen bei Golden noch ein grosses Stück zu sehen ist.

Der Granit enthält häufig basische Schlieren. Gneis ist im Granitgebiet westlich Boulder nur in kleinen Komplexen vorhanden. Einzelne sind vielleicht nur Einschlüsse. Immerhin zeigen sie, soweit beobachtet, das allgemeine Streichen des Grundgebirges. Erst 14 km westlich Boulder finden sich zusammenhängende Gneisgebiete. Im oberen Teil von Gregory Canyon SW Boulder[2]) an der neuen Strasse enthält ein verwitterter Gneis Knollen, die an Gerölle erinnern.

Im Pikes Peak Gebiet besteht das Grundgebirge grösstenteils aus Granit, von dem in Colorado Springs Folio 4 Varietäten verschiedenen Alters kartographisch ausgeschieden wurden. Schieferung des Granites wurde vom Verfasser nicht beobachtet, ist aber stellenweise vorhanden[1]. Immerhin ist der jüngste Granit wohl jünger als die alte Faltung.

---

[1]) R. D. George and R. D. Crawford: The main Tungsten Area of Boulder County, Colorado. Reprinted with Additions from the First Report of the Colorado geol. Survey. 1916.

[2]) Man vergleiche ausser den erwähnten geologischen Karten auch die einschlägigen topographischen Blätter des U. S. G. S.

Die Zeit dieser alten Faltung oder Serie von Faltungen ist präcambrisch. Das jüngste eingefaltete Gestein ist ein Quarzit an South Boulder Creek, in dessen Liegenden sich ein Glimmerschiefer befindet. Diese algonkische Gesteinsserie ist ein wunderbares Beispiel der Metamorphose einer Sandstein-Mergelserie in kristalline Schiefer. Eine analoge Serie wurde in dem landschaftlich berühmten Canyon des Thompson Rivers beobachtet mit interessanten Lagerungsbeziehungen sowohl zum Granit als auch zu den Sedimenten. Quarzite sind auch auf dem Pikes Peak Folio kartiert und sollen sich an verschiedenen andern Orten der Front Range vorfinden.

Sedimente.

In der Umgebung des Pikes Peak (Pikes Peak und Colorado Springs Folios) liegt über dem kristallinen Grundgebirge ein Sandstein cambrischen Alters und dann ein silurischer Kalk, in dem sich grosse Höhlen befinden. Reste eines höheren Kalkes (Castle Rock Folio) gehören zum Missisippian (Unterkarbon). Diese Formationen fehlen weiter nördlich und sind wahrscheinlich der Erosion anheimgefallen. Vielleicht gelingt es entlang dem schlecht aufgeschlossenen Kontakt zwischen Kristallinem und Sedimenten noch Relikte derselben aufzufinden, oder Gerölle in den jüngeren Formationen.

In der Umgebung von Boulder liegt direkt auf dem Granit die Wyoming-Gruppe, auch „Red Beds“ = Rotliegendes genannt, ein Komplex von roten Konglomeraten und Sandsteinen, stellenweise Arkose, nach oben feiner und toniger werdend. Diese klastische Serie ist eine Strandbildung und besteht aus Material des benachbarten kristallinen Grundgebirges (Quarzitgerölle am South Boulder Creek in der Nähe des anstehenden Quarzits). Sie wurde füher als Trias angesehen. Neuere Fossilfunde[2] weisen den unteren Teil (lower Wyoming) dem Pensylvanian und vielleicht Perm zu. Dieser Teil erreicht eine Maximalmächtigkeit von 600 m bei Boulder und 800 m bei

---

[1] Whitman Cross: Pikes Peak Folio No. 7, U. S. G. S. 1894.

[2] R. M. Butters: Permian or „Permo-Carboniferous“ of the eastern foothills of the Rocky Mountains in Colorado. Colorado geol. Survey Bull. 5. Part 2, 1913.

Denver.[1] Bei Colorado Springs, wo er die weltberühmten Erosionsformen im Garden of the Gods bildet, sind es sogar 1100 m. Der obere Teil (upper Wyoming), aus tonigen Sandsteinen und sandigen Tonen, auch etwas Gips und Kalk bestehend, gehört dem Perm oder der Trias an. Seine Mächtigkeit ist ca. 200 m.

Nach einem Hiatus, der in Wyoming von den marinen jurassischen Schichten der Sundance-Formation eingenommen wird, folgen die Sandsteine, Kalke und bunten Tone der Morrison-Formation, die als Süsswasserablagerungen spätjurassischen Alters vielleicht in die Kreide übergehend aufgefasst werden. Diese Formation wird bei Boulder über 100 m mächtig, bei Colorado Springs aber nur etwa 70 m.

Im letzteren Gebiet findet sich etwas untere Kreide, kaum 100 m mächtig, die weiter nördlich fehlt oder nicht ausgeschieden ist. Dort folgt auf die Morrison-Formation mit einer Paralleltransgression der vorwiegend sandige, im untern Teil aus Konglomerat bestehende Komplex des Dakota-Sandsteins. Die Mächtigkeit dieses infolge von Pflanzenresten als Süsswasserablagerung betrachteten Sandsteins ist etwas über 100 m in der Umgebung von Boulder, ist aber bei Colorado Springs zu ca. 30 m reduziert.

Die Colorado-Gruppe besteht aus der Benton- und der Niobrara-Formation, die erstere aus Mergel mit etwas Kalk und Sandstein bestehend, während die Kalkschichten in der letztern häufiger und mächtiger werden. Die Benton-Formation ist im nördlichen Gebiet gegen 200 m mächtig, bei Colorado Springs aber nur ca. 100 m. Die Niobrara-Formation wird im Norden mit 130 m angegeben und nimmt nach Süden etwas zu.

Die Montana-Gruppe besteht aus ca. 2000 m Mergel im Norden, die sich im Süden auf 800 m reduzieren, und darüber aus einem Sandsteinkomplex von ca. 400 m im Norden und 200 m im Süden.

Waren die Ablagerungen der Colorado- und Montana-Periode marin, so versüsst sich das Meer in der Laramie-Epoche. Während dieser Zeit wurden im Norden Sandsteine und Tone, sowie produktive Kohlenflötze in einer Totalmächtigkeit von 300—400 m abgelagert, im Süden aber nur ca. 100 m. Darüber folgen im Denver-Bassin die Arapahoe- und die Denver-Formation, zusammen mindestens 700 m mächtig, wahrscheinlich der Dawson Arkose bei Colorado Springs entsprechend. Diese Sedimente im Süsswassersee von Denver, die viel vulkanisches Material enthalten, gehören der jüngsten Kreide oder schon dem untersten Tertiär an.

---

[1] Die Mächtigkeitsangaben sind abgerundet nach den von Fuss in Meter umgerechneten Angaben der amerikanischen Geologen.

Tektonik.

Während oder kurz nach Ablagerung dieser Kreide-Tertiär-Grenzschichten wurde das Gebirge gefaltet und aufgerichtet. Das allgemeine Streichen ist N-S mit lokalen Abweichungen zu NNW-SSE. Auffallend erscheint, dass diese neue Faltung rechtwinklig zu der alten präcambrischen verläuft. Dazu muss bemerkt werden, dass ein Zusammenschub perpendikulär zu einer alten Faltung zwar einen grösseren Widerstand zu überwinden hat, aber dann eine neue unabhängige Faltung hervorrufen wird, während ein Schub unter einem schiefen Winkel zur alten Faltung leicht in die alte Richtung abgelenkt würde.

Die älteren Autoren nehmen als Ursache der Dislokationen eine vertikale Hebung der Front Range an. Fenneman[1]) glaubt sogar, dass das jetzige kristalline Gebiet sich während der ganzen Zeit der Ablagerung der Sedimente gehoben habe und dass die Sedimente sich nie wesentlich weiter westlich als heute erstreckt hätten. Diese Meinung wird wohl kaum noch aufrecht erhalten, und der Verfasser sieht keinen Grund, warum die älteren grobklastischen Sedimente nicht teilweise und die jüngeren marinen nicht in normaler Mächtigkeit die ganze Front Range bedeckt haben sollten. Diese Ansicht wird gestützt durch die normale Auflagerung der Sedimente auf dem Kristallinen im nördlichen Teil der Front Range in Wyoming (Laramie-Sherman Folio) und durch Relikte von Sedimenten auf dem Granit SW Pikes Peak (Pikes Peak Folio).

Überliegende Schichten, Transversalverschiebungen etc. beweisen einen Zusammenschub, doch ist in den erwähnten Publikationen grosses Gewicht auf vertikale Hebung des Gebirges gelegt. So weit es dem Verfasser möglich ist, die Verhältnisse zu überblicken, lassen sich alle Erscheinungen am einfachsten und einheitlichsten durch Zusammenschub erklären.

Die Schichten östlich der Rocky Mountains fallen schwach nach Osten. Dieser Ostfall wird stärker, je mehr man sich dem Gebirge nähert. Stellenweise sind die Schichten sogar senkrecht oder übergekippt. Entsprechend der Petrographie der Sedimente ergibt sich folgendes Bild: Die harten Schichten des untern Wyoming sind unter steilem Winkel an das Kristalline angelagert und überragen es in Stellen, scharfe Felszähne bildend. Dann folgt eine Combe bestehend aus oberem Wyoming und Morrison, deren härtere Lagen lokal schwache Rippen bilden. Der darauf folgende Dakota-Sandstein bildet wieder eine scharfe Hügelkette. Alle jüngeren Formationen sind mergelig und so stark erodiert, dass sie sich an den meisten Orten topographisch in der grossen Ebene verlieren. Zudem sind sie häufig terrassiert, welche Terrassen mit Quartär bedeckt sind. Ihre Tektonik muss aus zerstreuten Aufschlüssen kombiniert werden. In diesem Vorland sind an verschiedenen Orten, z. B. in den Kohlenminen von Marshall Brüche (Faults = Verwerfungen) vorhanden, doch ist ihr Zusammenhang mit der Tektonik des Gebirges noch unklar.

---

[1]) N. M. Fenneman: Geology of the Boulder District, Colorado. U. S. G. S. Bull. 265, 1905.

Der Gebirgsrand lässt sich in einzelne Abschnitte zerlegen, die als normal und gestört bezeichnet werden können.

Der nördliche Teil.

Von Lefthand Creek nördlich Boulder bis zur Grenze von Wyoming ist die Tektonik normal. Die Fallwinkel übersteigen kaum 40°. Vom Gebirge zweigen in SSE-Richtung Antiklinalen ab, die sich in der Ebene verlieren. Sie sind unter der Bezeichnung „en échelons"-Falten in der Literatur bekannt, von der Art, wie sie sich ablösen. Einzelne sind so stark aufgewölbt, dass die Erosion das kristalline Grundgebirge in ihrem Kern aufgedeckt hat.

Boulder.

Bei Boulder und bei Golden deuten überliegende Schichten und Transversalverschiebungen bedeutendere Störungen an. Bemerkenswert ist vor allem das scheinbare Fehlen eines Teils der Schichtserie. Nach den geologischen Karten stösst bei Boulder das untere Wyoming an die Niobrara-Formation und bei Golden sogar an die Mergel der Montana-Gruppe. Dies wird von den Autoren durch Nichtablagerung oder Erosion vor Deposition der nächsten Schicht erklärt. Zur Erklärung dieses Vorganges wird bei Boulder und bei Golden je eine E-W streichende Antiklinale angenommen, die sich jeweilen von Zeit zu Zeit gehoben haben soll, so die Sedimentation störend. Nach den Beobachtungen des Verfassers lässt sich dies viel einfacher erklären. Die Sedimentgruppe bis und mit dem Dakota-Sandstein besteht aus Landablagerungen oder, soweit sie marin ist, aus Konglomeraten und Sandsteinen. In einer solchen Serie sind wesentliche Schwankungen in der Mächtigkeit zu erwarten, ohne dass man lokale differentielle Hebungen oder Senkungen anzunehmen braucht. Dies gilt jedoch nicht für die höheren Schichten. Beobachtungen an Ort und Stelle zeigen, dass das Phänomen eine einheitliche tektonische Ursache hat, die mit der Hauptfaltung im Alttertiär zusammenhängt. Ganz einfach zu ergründen ist dies allerdings nicht, denn viele der entscheidenden Punkte sind durch Gehängeschutt, Bergschlipfe, Schuttkegel[1]), Alluvionen, Schotter verschiedenen Alters und vielleicht sogar Moränen (letztere unter 8000′ nicht sicher nachgewiesen) verdeckt. Diese Ablagerungen sind auf den geologischen Karten des Gebietes nicht oder nur ungenügend ausgeschieden, so dass man nicht ersieht, was auf diesen Karten Beobachtung und was Kombination ist.

Der Verfasser hatte Gelegenheit, die tektonischen Verhältnisse der Umgebung von Boulder selbst zu studieren. Die geologische Karte der Gegend von Fenneman (l. c.) ist in den Détails ungenau, wohl eine Folge der schlechten Topographie. Die topographische Unterlage ist übrigens kein Überdruck, sondern eine traurige Kopie der topographischen Blätter, die an sich schon viel zu wünschen übrig lassen. Teils aus dieser Karte, meistens aber nach eigenen Beobachtungen ergibt sich folgende Tektonik: Die topographisch höheren Teile der Wyoming-Formation fallen mit ca. 50° gegen Osten. Die jüngeren Schichten bis und mit der Niobrara-Formation zeigen zunehmend stärkere Fallwinkel. Dieses ist aber nicht eine Eigentümlichkeit der jüngeren Formationen. Die älteren zeigen dasselbe Bild, wo sie tief genug angeschnitten sind, z. B. am Boulder Creek. Stellenweise sind die Schichten sogar etwas überliegend, an einer Stelle bis in die Horizontale übergehend. Dies ergibt eine schwach überliegende Antiklinale, die stellenweise im Scheitel gebrochen und überschoben ist. Dabei kamen Schleppungen, Reduktion der Mächtigkeit weicher Schichten und Abquetschung härterer vor, wie sich in den meisten Aufschlüssen zeigt. Diese Überschiebung erklärt auch das scheinbare Fehlen mehrerer Formationen. Im hangenden Schenkel sind sie der Erosion anheimgefallen und im liegenden Schenkel von den ältern Schichten des obern Schenkels verdeckt. Dass dies nicht besser zu sehen ist, hat seinen Grund in der Topographie. Der Rand des Gebirges fällt regelmässig steil ab ohne Ausläufer und zwar ist der Höhenunterschied auf eine Vertikaldistanz von 2—3 km beinahe 1000 m. Überdies scheint die Überschiebungsfläche steil nach Westen einzufallen, wovon noch später die Rede sein wird. Diese Auffassung der Tektonik ist auf den beiliegenden Profilen dargestellt.

---

[1]) Die von Fenneman beschriebenen und abgebildeten Terrassen (Mesas) in der Nähe von Boulder sind ineinander geschachtelte Schuttkegel verschiedenen Alters, stellenweise übergehend in Schutthalden oder Talschotter. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass in dieser Gegend dem Fuss des Gebirges entlang einmal ein Längstal verlief, zu einer Zeit, als die jüngeren Schichten weiter östlich noch nicht so tief erodiert waren, vielleicht geschützt durch eine Basaltdecke, deren Stiel noch in dem Eruptivgang der Valmont Butte zu sehen ist.

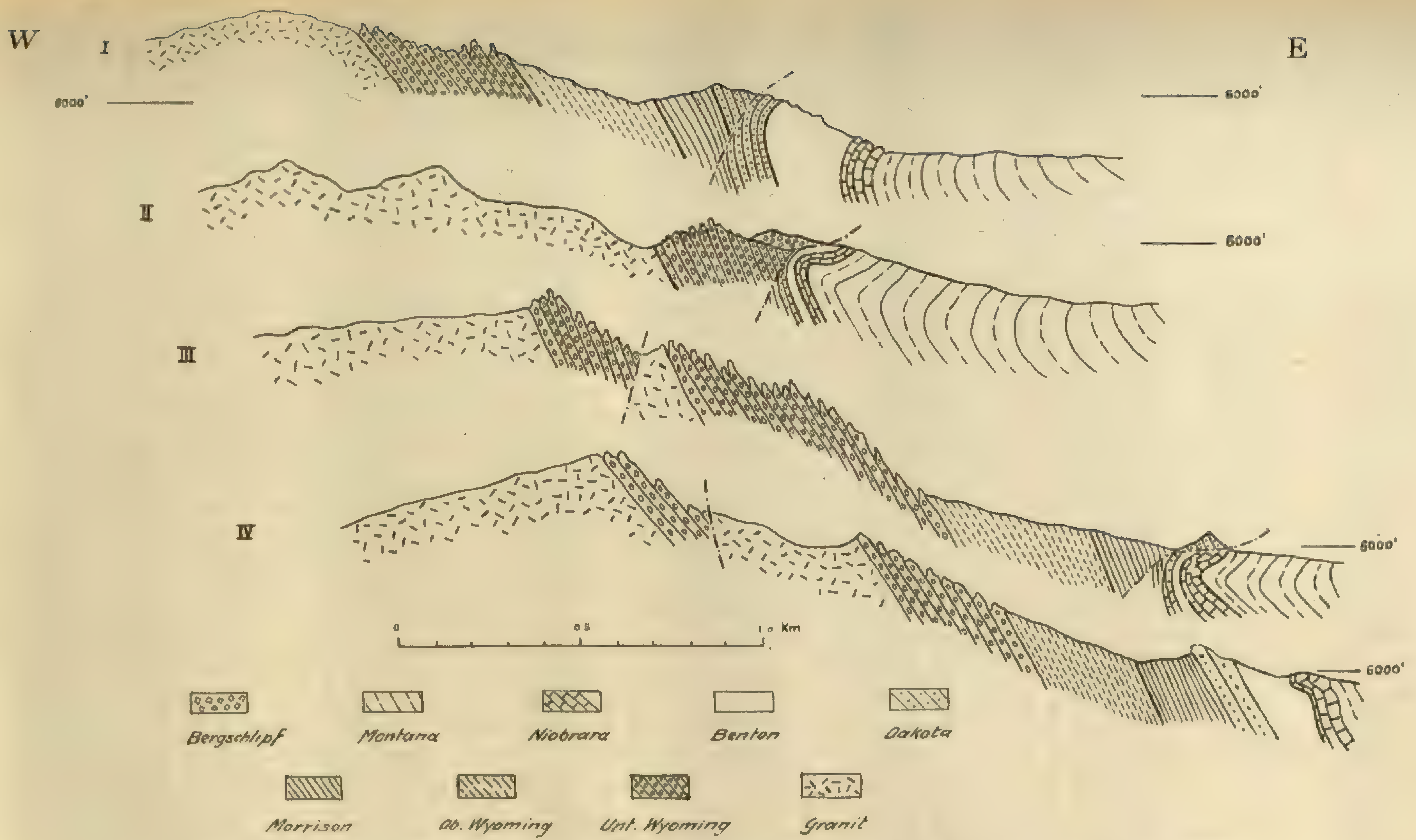

W
E
I
II
III
IV
6000'
6000'
6000'
6000'
6000'
0
0.5
1.0 Km
Bergschlipf
Montana
Niobrara
Benton
Dakota
Morrison
Ob. Wyoming
Unt. Wyoming
Granit

Fig. 1. Tektonische Profile durch den Gebirgsrand bei Boulder, Colorado.
I. Südlich Twomile Canyon. II. Südlich Boulder Creek. III. Pole Canyon. IV. Bear Canyon.

Nur wenige Aufschlüsse zeigen die Tektonik gut und sie sollen deshalb einzeln besprochen werden.

Schon 5 Meilen nördlich Boulder leiten eine Anzahl kleiner Transversalverschiebungen (Fenneman, l. c. Fig. 3) die bedeutenderen tektonische Störungen ein. Die Aufschlüsse entlang Fourmile Canyon zeigen noch einen regelmässigen Ostfall von 45—55°. Interessant ist hier eine kleine, aber scharfe Falte, die in NNW-SSE-Richtung das Tal kreuzt. Sie ist besonders schön zu sehen am Abhang nordwestlich Hügel 6475 in einer Sandsteinlage des obern Wyoming. Der Westschenkel fällt zuerst mit 45°, dann nach einem Knick mit 75° nach SW ein. Die höher liegenden harten Schichten des Morrison und Dakota machen die Biegung auch mit, nur etwas schwächer. So ist das Streichen im rückwärtigen Schenkel im Dakota-Sandstein beinahe E-W. Auf der Ostseite des Hügels 6475 ist diese Falte noch deutlich, und offenbar dem Benton angehörige Mergel finden sich in der Synklinale hoch oben am Abhang zwischen dem Dakota-Sandstein. Weiter südöstlich sind die Aufschlüsse ungenügend. In der Verlängerung in der Ebene zeigte eine Bohrung Erdgas unter offenbar analogen tektonischen Verhältnissen, wie das Ölfeld nordwestlich Boulder (siehe Fenneman). Die teilweise diagonal geschichteten Sandsteine des untern Wyoming auf der Nordseite von Fourmile Canyon zeigen die starke Störung auch, aber nicht so klar. Bemerkenswert ist, dass ein stratigraphisch dazwischen liegender Sandstein in der Talsohle die Falte viel schwächer zeigt; sie hat also nur die topographisch höheren Schichten stark ergriffen. Auch in diesem Gebiet gilt die Regel, dass von Mergelkomplexen getrennte harte Schichten von starken Faltungen ungleich betroffen werden. Diese kleine Antiklinale hat die gleiche Richtung wie die Falten „en échelons“ und muss in ihrer Anlage gleichaltrig sein, offenbar älter als die Hauptfaltung, welche etwas anders gerichtet war und diese vorher nur schwache Antiklinale in einzelnen Schichten scharf zusammenbog.

Entlang Twomile Canyon fallen die Schichten im obern Teil 60° E, im untern bis 80° E. Der Dakota-Hügel im Süden besteht aus zwei N-S verlaufenden Felskanten. Diejenige durch den Gipfel fällt 70° gegen Osten. Eine östliche am Abhang zeigt 35—45° Westfall und scheint auf den ersten Blick verrutscht. Dass dies nicht der Fall ist, ergibt sich in der nächst südlichen auf der Karte angegebenen Schlucht (siehe Profil I). An normalen steil ostfallenden und beinahe senkrechten Dakota-Sandstein schliesst sich, etwas unter denselben einschiessend, steil westfallender überkippter Sandstein an mit Umbiegungen, den Übergang zu den oben erwähnten 35° Westfall andeutend.

Weiter östlich fallen auch die Benton-Mergel mit ca. 50° nach Westen. Es handelt sich um eine steil nach Westen einfallende Überschiebungsfläche, die die beiden Sandsteinkomplexe trennt. In horizontaler Richtung beträgt die Überschiebung wohl nicht mehr als 50 m, doch dürfte der obere Schenkel beträchtlich entlang der steilen Dislokationsfläche in die Höhe geschoben worden sein. Dieser Schlucht entlang geht überdies eine Transversalverschiebung, die bewirkt, dass südlich die Überschiebung nach Osten gerückt und teils erodiert, teils von Gehängeschutt bedeckt ist. Diese Verschiebung beträgt im Dakota-Sandstein gegen 50 m. Weiter westlich im untern Morrison sind es noch ca. 10 m. Auch eine kleine Runse weiter nördlich zeigt eine geringe Transversalverschiebung.

Es mag hier erwähnt werden, dass wahrscheinlich die meisten Quertäler des Gebietes, seien es nun grosse Canyons oder kleine Runsen und Lücken, ihre Anlage Transversalverschiebungen, allerdings teilweise von geringem Ausmass, verdanken. Auch wo einzelne Schichten sich ohne Unterbruch quer durch den Canyon verfolgen lassen, können andere Schichten verschoben sein, welche Dislokation sich in den zwischenliegenden Mergeln verliert.

Direkt westlich der Stadt Boulder sind alle Schichten beinahe senkrecht, zum Teil sogar etwas überliegend und stark in der Mächtigkeit reduziert. Auf die Distanz von einem Kilometer ist die horizontale Entfernung zwischen Grundgebirge und Niobrarakalk beinahe auf die Hälfte reduziert. Die Wyoming-Gruppe ist höchstens in halber Mächtigkeit vorhanden. Der Dakota-Sandstein besteht aus einem einzigen Felszahn, der steil in die Luft ragt, und auch die Benton-Formation muss sehr stark reduziert sein. Ob der Dakota-Sandstein nach Süden ganz auskeilt, wie Fennemans Karte angibt, ist mangels an Aufschlüssen nicht ersichtlich.

Südlich Boulder Creek nähert sich das untere Wyoming wieder seiner normalen Mächtigkeit, während das obere Wyoming und die Morrison-Formation sehr stark reduziert sind (nicht aufgeschlossen). Der Dakota-Sandstein ist nur wenige Meter mächtig und zerfällt unter dem Hammer in kleine Brocken. Benton und Niobrara zeigen eine Umbiegung von 55° Westfall zu horizontal in verkehrter Lagerung (Profil II). Der Kalk zeigt Abquetschungen und ist in die Mergel eingewalzt. Der verkehrt liegende Niobrara-Kalk ist auch auf der Ostseite des Berges zu sehen (30° Westfall). Das Ganze ist überlagert von einem aus „Rotliegendem“ bestehendem Bergschlipf. Fenneman gibt ein Profil dieser Stelle (l. c. Fig. 4) und erklärt die Umbiegung und Überkippung als durch den Bergschlipf bewirkt.

Henderson[1]) erklärt es durch den Druck des nebenbei etwa 400 m höher steil ansteigenden Berges. Solche Agencien können wohl Mergel deformieren, nicht aber Kalkschichten biegen, wie eine solche Biegung ohne Bruch deutlich zu sehen ist. Dies konnte nur durch tektonische Ursachen zustande kommen zu einer Zeit, als diese Kalklage noch von einem mächtigen Komplex jüngerer Schichten bedeckt war. Auch im „Rotliegenden“ finden sich Anzeichen tektonischer Vorgänge. Der von Fenneman kartierte Intrusivgang ist geschiefert, und es finden sich Rutschflächen sowohl am Randgestein als auch am Gangmaterial.

Etwas südlich an der neuen Strasse ist ein zusammenhängender Aufschluss, in dem sich die Schichtlage aber nicht mit Sicherheit feststellen lässt. Die Mergel und Kalke der Colorado-Gruppe scheinen in verkehrter Lagerung schwach nach Westen einzufallen. Dakota, Morrison und oberes Wyoming sind nicht aufgeschlossen und sicher stark reduziert oder fehlend. Das untere Wyoming ist von vielen Rutschflächen in verschiedenen Richtungen durchsetzt, eine in den gestörten Gebieten ganz allgemeine Erscheinung. Am steilen Abhang nördlich Gregory Canyon finden sich alle Formationen teils in Bruchstücken, teils anstehend. Es ist aber so viel verrutscht und das Anstehende so schlecht aufgeschlossen, dass es einen genauen Kenner der verschiedenen Schichten braucht, um die tektonischen Verhältnisse klarzulegen. Immerhin ist die Mächtigkeit der Schichten zwischen unterm Wyoming und Niobrara nur gering. Rutschflächen sind häufig, und eine Aderung der Gesteine erinnert an Brecciation. In der Schlucht SW des Chautauqua ist eine zusammenhängende Serie bis zur Benton-Formation aufgeschlossen, die letztere senkrecht stehend. Die Mächtigkeit hat bedeutend zugenommen. Eine Kalklage der Morrison-Formation ist in die unterliegenden roten Wyoming-Mergel eingequetscht.

In dem von Fenneman Pole Canyon genannten Tälchen hat dieser Autor richtig zwei Verschiebungen angenommen, eine entlang einer vertikalen Fläche (Transversalverschiebung), die andere entlang einer horizontalen, resp. nach Westen einfallenden Fläche (Überschiebung). Auf der Südseite liegt der Ost fallende Dakota-Sandstein von normaler Mächtigkeit auf dem jüngeren Niobrara. Die mit demselben verbundenen Benton-Mergel sind so zerdrückt, dass die sonst deutliche Schichtung nicht mehr zu erkennen ist. Gegen Westen anschliessend und zu diesem untern Komplex gehörend ist eine dünne

---

[1]) Junius Henderson: The Overturns in the Denver Basin. Journal Geol. Vol. 9, 1903.

Lage von Dakota-Sandstein, die steilen Westfall zeigt. Dies beweist, dass die Horizontalkomponente der Überschiebung gegen 100 m beträgt (Profil III). Im hangenden Schenkel ist die Mächtigkeit aller Formationen beinahe normal, wenn auch die Morrison etwas Quetschung zeigt. Im Mittelschenkel ist der Dakota stark reduziert. Auf der nördlichen Talseite ist eine Umbiegung in Niobrara-Kalk zu sehen, entsprechend der früher besprochenen. Dazu kommt noch eine Transversalverschiebung von gegen 200 m, die offenbar nur die überschobenen Schichten betroffen hat. Gegen Westen hört diese auf und ist im Wyoming-Sandstein nicht mehr zu erkennen. Die Schichten nördlich der Transversalverschiebung sind in ihrer Mächtigkeit reduziert.

Weiter südlich beim Bear Canyon deutet eine Biegung im Niobrara-Kalk das Ausgehen der Überschiebung an (Profil IV). Dort, sowie am South Boulder Creek scheint die Mächtigkeit wieder normal zu sein. In letzterem Tal übersteigen die Fallwinkel, soweit beobachtet, nirgends 60°.

Deuten schon die Transversalverschiebungen, die vielen Rutschflächen und die in die gequälten Mergel eingekneteten härteren Schichten an, dass das scheinbare Fehlen gewisser Formationen bei Boulder auf tektonischen Ursachen beruht, so gelang es an drei Stellen (siehe Profiltafel) eine regelrechte Überschiebung nachzuweisen. Die Aufschlüsse genügen nicht, um mit Sicherheit zu konstatieren, ob es ein und dieselbe Überschiebung ist, oder ob einzelne Überschiebungen sich ablösen. Der Betrag der Überschiebung in horizontaler Richtung ist gering, so weit ersichtlich höchstens 100 m. Da aber die Überschiebungsfläche meist steil steht, so könnte der Betrag des Schubs entlang dieser Fläche wesentlich grösser sein. Immerhin genügt er zusammen mit dem tektonischen Ausquetschen der Schichten, um den Eindruck hervorzurufen, dass einzelne Formationen gar nicht abgelagert wurden.

Die Front Range bei Boulder ist eine mächtige, leicht nach Osten überliegende Antiklinale mit einem Scheitelbruch. Der Schenkel über der Bruchfläche wurde durch die Überschiebung wenig beeinflusst, höchstens etwas steiler gestellt und die Schichten stellenweise in der Mächtigkeit reduziert. Der liegende Schenkel wurde übergelegt, lokal bis zu horizontal verkehrter Lagerung, und stark geschleppt und in der Mächtigkeit reduziert.

Eine Erscheinung, die sich nicht ohne weiteres in das tektonische Bild einreihen lässt, sind eine Anzahl Längsbrüche nahe am Kristallinen, die den Kontakt mit der Wyoming-Formation verdoppeln. Sie sind in der Literatur ausführlich besprochen. Der Schlüssel findet sich in einer schon von den ersten Forschern beobachteten synklinalen Umbiegung am Boulder Mtn. Nach des Verfassers Auffassung fällt die Synklinale nach Westen ein und ist zu beiden Seiten von einer Bruchlinie begrenzt. Wir haben es also zu tun mit scharfen Falten, in denen die antiklinalen Umbiegungen auf das kristalline Grundgebirge erodiert und auch sonst wohl im Scheitel geknickt und verschoben sind. Die Synklinalen sind abgequetscht, zerrissen und meist bis zur Unkenntlichkeit ausgewalzt. Eine nur scharf zusammengebogene, aber nicht zerrissene Falte dieser Art ist die oben beschriebene Antiklinale im Fourmile Canyon. Die Bruchflächen fallen nach den älteren Autoren steil nach Westen ein. Entgegen der ausdrücklichen Bemerkung von Eldridge[1]) konstatierte der Verfasser im Bear Canyon ein Ostfallen der Bruchfläche von 75° (siehe Profil IV).

In der SSE gerichteten Schlucht SE Boulder Mtn., in deren oberstem Teil die synklinale Umbiegung zu sehen ist, finden sich unterhalb 7000 Fuss Felsmassen, die offenbar dem obern Teil des untern Wyoming angehören und deren Schichtung infolge der tektonischen Beeinflussung nicht mehr erkennbar ist. Sie sind offenbar eine Fortsetzung der Synklinale.

Die Längsbrüche streichen parallel zu den Falten „en échelons", d. h. unter einem kleinen Winkel zum allgemeinen Streichen. Diese jetzt als Längsbrüche erscheinenden Falten wurden zusammen mit den Falten in einer früheren Phase der Gebirgsbildung angelegt und später unter dem unter etwas verschiedenem Winkel wirkenden Druck abgeschert, steilgestellt und beinahe bis zur Unkenntlichkeit deformiert.

Golden.

Bei Golden, wo nach Eldridge an einer Stelle die vertikalen Schichten der Laramie-Formation nur 500 Fuss vom Kristallinen entfernt sind statt der normalen 13000 Fuss, wurde von diesem Verfasser (l. c.) auch Nichtablagerung des fehlenden Komplexes angenommen. Ziegler[2]) hat kürzlich nachgewiesen, dass das scheinbare Fehlen der Schichten durch eine Überschiebung mit einem Ausmass von ca. 8000 Fuss zu erklären ist, was dem Eindruck entspricht, den der Verfasser bei einem kurzen Besuch erhielt. Die Schichten sind steil überliegend, und aus der geologischen Karte sind eine Anzahl Transversalverschiebungen ersichtlich.

---

[1]) S. F. Emmons, Whitman Cross and G. H. Eldridge: Geology of the Denver Basin in Colorado. Monograph of the U. S. G. S. Vol. 27, 1896.

[2]) Victor Ziegler: Foothills Structure in Northern Colorado. Colorado School of Mines Quarterly, Vol. 12, number 2, 1917.

Ziegler schlägt dieselbe Erklärung für die Unregelmässigkeiten bei Boulder vor, doch zeigt sein Profil, dass er die dortigen Verhältnisse nicht eingehend studiert hat[1]).

Dass der Zusammenschub gerade bei Golden und Boulder eine Vertikalstellung und Überschiebung bewirkte, während er weiter nördlich sich in Vorfalten auflöste, darf wohl mit den dortigen Basaltdecken (Table Mtn. bei Golden, bei Boulder erodiert und nur noch als Gang in der Valmont Butte zu sehen) in Zusammenhang gebracht werden. Diese versteiften die Schichten des Vorlandes, welche infolgedessen von der starken Faltung nicht ergriffen wurden.

Morrison.

Südwestlich Denver scheint der Gebirgsrand wieder normal zu sein. Die Felszähne und Rippen des untern Wyoming- und des Dakota-Sandsteins können von Denver aus, sowie von der Eisenbahn deutlich beobachtet werden. Auch die Morrison-Formation dürfte hier gut entwickelt sein, hat sie doch von dieser Lokalität ihren Namen bekommen.

Perry Park.

Die Umgebung von Perry Park ist enthalten im Castle Rock Folio[2]). Die als mehr oder weniger vertikale Verwerfungen angegebenen Dislokationen können als Überschiebungen, ähnlich denjenigen bei Boulder und Golden gedeutet werden. Richardson erwähnt, dass an der Mündung von Gove Canyon der Granit einige hundert Fuss auf die Sedimente überschoben ist.

Nach der Karte grenzt weiter südlich bis ins Blatt Colorado Springs der Granit stellenweise an die Dawson Arkose, und die älteren Sedimente fehlen oder sind in der Mächtigkeit stark reduziert. Gehängeschutt verdeckt die meisten wichtigsten Punkte. Immerhin dürfte auch hier eine Überschiebung statt einer Verwerfung angenommen werden.

Garden of the Gods.

Die südliche Fortsetzung der gestörten Zone ist im Colorado Springs Folio[3]) enthalten, der grösste Teil auf der Spezialkarte Manitou, welche Publikation zum vollen Verständnis der folgenden Ausführungen beigezogen werden sollte. Diese Spezialkarte ist die beste geologische

---

[1]) Der Verfasser wurde auf die Zieglersche Publikation erst aufmerksam, nachdem die Untersuchung bei Boulder abgeschlossen war.

[2]) G. B. Richardson: Castle Rock Folio No. 198, 1915.

[3]) George J. Finlay: Colorado Springs Folio No. 203 U. S. G. S. 1916.

Aufnahme am Ostrand der Front Range. Trotzdem enthält sie eine Anzahl Ungenauigkeiten, die eine falsche Auffassung der Tektonik bewirkten. Die angegebenen Streich- und Fallzeichen sind so spärlich, dass sie nur ein ganz oberflächliches Bild der Tektonik gewähren, um so mehr, als sie gerade an den wichtigsten Stellen fehlen.

In der Verlängerung der oben erwähnten Störungen sind bei Glen Eyrie und im Garden of the Gods die Schichten steil gestellt, meist vertikal und häufig überliegend, während westlich gegen Manitou die älteren Sedimente einen geringeren Fallwinkel (10—12°) aufweisen. Die Steilzone ist durchsetzt von einer grossen Zahl von Transversalverschiebungen, ausser den auf der Karte angegebenen noch viele von kleinerem Ausmass. Einzelne verlaufen EW, andere SW-NE. Die letzteren sind offenbar jüngeren Datums und gleichaltrig mit der Ute Pass-Überschiebung, zu welcher sie senkrecht stehen. Statt der Transversalverschiebungen finden sich auch lokale Verbiegungen, wie überhaupt bemerkenswerte Veränderungen der Streichrichtung schon aus der Karte ersichtlich sind. Sind diese Erscheinungen durch Tangentialschub zu erklären, so sind auch die Längsbrüche nicht vertikale Verwerfungen, wie Finlay annimmt, sondern Überschiebungen, die stellenweise das scheinbare Fehlen einzelner Formationen bedingen. Besonders im südlichen Teil des Garden of the Gods, wo die Konglomerate des untern Wyoming die Schichtköpfe der jüngeren Formationen bis zur Kreide queren (siehe geol. Karte), ist eine Überschiebung klar zu sehen, wie auch Finlay im Text angibt. Der abnormale Kontakt ist an mehreren Orten gut aufgeschlossen und zeigt überall ein Einfallen gegen Westen. Südlich des Reservoirs, wo die Konglomerate an bunte Mergel anstossen (wahrscheinlich Morrison und nicht Benton), wurde ein Einfallen der Verwerfungsfläche von 35° gemessen; nordwestlich an der Strasse sind es 60° und weiter nördlich ist der Winkel vielleicht noch etwas steiler. Die Bruchlinie verläuft nicht westlich des Reservoirs, wie Finlay angibt, sondern durch dasselbe und konnte dort, da es kein Wasser enthielt, genau verfolgt werden. Die komplizierte Geologie dieser Zone ist auf der Karte nicht mit der wünschenswerten Genauigkeit dargestellt. So wurde zum Beispiel am Südend von Hügel 6655 eine Verdoppelung des Wyoming-Konglomerates beobachtet, die aus der geologischen Karte nicht ersichtlich ist.

Die Überschiebungen hören nicht auf am Fontain Creek, wie aus Finlays Karte wahrscheinlich erscheint. Westlich Colorado City findet sich genau dieselbe Erscheinung, wie sie bei Boulder südlich Twomile Canyon beobachtet wurde (Profil No. I), nur ist es hier der

Niobrara-Kalk, der mit 80° nach Osten fallend die Rippe bildet und am Osthang dann mit 50 bis 60° gegen Westen einfällt. Dazwischen liegt ein keilförmiger Mergelkomplex, der offenbar die Überschiebung enthält. Weiter südlich zwischen den zwei auf der Spezialkarte angegebenen Transversalverschiebungen wiederholt sich dasselbe Bild im Dakota-Sandstein. Dieser Aufschluss an der Eisenbahn ist allerdings so kurz, dass er als verrutscht angesehen werden könnte, wenn nicht die jüngeren Schichten an der Strasse nach Westen einfallen würden und überhaupt dasselbe Phänomen an andern Orten besser aufgeschlossen beobachtet worden wäre.

Ute Pass-Überschiebung.

Nur ein wenig weiter am Ausgang des Bear Canyon stösst diese NS bis NNE-SSW streichende Schichtserie an die Ute Pass-Überschiebung, die sie in NNW-SSE-Richtung verlaufend überdeckt.

Diese Dislokation, eine weit bedeutendere Störung als die bisher beschriebenen, wurde sowohl auf dem Pikes Peak-Folio als auch auf dem neuen Colorado Springs-Folio als Verwerfung mit vertikaler Verschiebung kartiert. Dass wir es mit einer liegenden und überschobenen Falte zu tun haben, ergibt sich ohne weiteres aus einigen allgemeinen Beobachtungen, besonders aber aus einer eingehenden Beschreibung der Erscheinungen an ihrem Verlauf, der beinahe zusammenhängend begangen wurde.

Dass die Ute Pass-Dislokation eine überliegende Falte ist, ergibt sich schon daraus, dass die Schichten am Gebirgsrand mit wenigen Ausnahmen in verkehrter Lagerung gegen dasselbe einfallen, so das Vorhandensein eines Mittelschenkels beweisend. Es sei auch erwähnt, dass Gneis in grösseren und kleineren Komplexen am Gebirgsrand eine häufige Erscheinung bildet. Derselbe ist leider nicht einmal auf der Spezialkarte ausgeschieden. Obwohl der Gneis nicht notwendig jünger und wahrscheinlich sogar älter ist als der Granit, so bildete er doch ursprünglich eine Umhüllung um den Granitkern und blieb nach der Faltung am Gebirgsrand (im Mittelschenkel) erhalten, während er im höheren Teil des Gebirges mehr der Erosion anheimfiel.

Die Pikes Peak-Region ist nun nicht eine normale überliegende Antiklinale, sondern von einem bedeutenden Längsbruch begleitet, der, wie Finlay richtig annimmt, im Grossen und Ganzen dem Kontakt des Kristallinen mit den Sedimenten folgt. Dieser Kontakt fällt gegen das Gebirge ein, was sich aus einer genauen Kartierung ergeben haben würde, und während bei typischen vertikalen Verwerfungen die Rutschflächen mehr oder weniger senkrecht verlaufen, so ist es bei den vom Verfasser in situ beobachteten nicht der Fall. Auch die häufigen Transversalverschiebungen können nur der Auslösung eines horizontalen Schubes ihre Entstehung verdanken.

„Sandsteingänge im Granit".

Der ganzen Dislokationszone entlang finden sich Sandsteinkomplexe in oder am Granit, die sowohl am Pikes Peak als auch dem Colorado Springs-Folio als „Sandsteingänge im Granit" kartiert sind. Ihre Entstehung ist den Verfassern unklar. Finlay, der sie richtigerweise mit den Dislokationen in Zusammenhang bringt, nimmt an, dass Sandstein entlang der Verwerfung durch die Bewegung zu Sand zerrieben wurde, der dann in die Verwerfungsklüfte hineinfiel oder hineingewaschen oder gepresst und schliesslich konsolidiert wurde. Demzufolge wird das Alter dieser Sandsteine als Tertiär angenommen.

Während diese Sandsteine in der Regel mehr oder weniger massig sind, so lässt sich an den grösseren Komplexen an vielen Orten deutliche Schichtung beobachten. Dünne „Gänge" fallen, soweit beobachtet, gegen das Gebirge ein oder sind mit dem Gneis und Granit verfältelt, und einzelne sind zu Linsen ausgezogen. Die einzige logische Erklärung der Entstehung dieser „Sandsteingänge" ist, dass sie bei der Gebirgsbildung durch Schuppenbildung in das Kristalline hineingefaltet wurden.

Der „Gangsandstein" ist in der Regel nicht identisch mit denjenigen der sedimentären Serie. Am häufigsten zeigt sich eine Analogie zum cambrischen Sandstein, stellenweise auch zu Sandsteinen des untern Wyoming. Am alten Ute Pass-Saumpfad fand der Verfasser ein Konglomerat, das mit gewissen Horizonten des untern Wyoming identisch ist. Wenn man bedenkt, dass bei der Überschiebung und Schuppenbildung alle Sandsteine bis und mit dem Dakota in das Kristalline eingefaltet worden sein können, so dürften sich für alle „Gangsandsteine" Analogien in der sedimentären Serie finden. Überdies muss bemerkt werden, dass die „Gangsandsteine" infolge der Überschiebung aus einer von den jetzigen Sedimentaufschlüssen um mehrere Kilometer entfernten Zone stammen, in welcher Distanz sich kleine fazielle Veränderungen einstellen können. Auffällig ist das Fehlen von Kalken, besonders des Silurs als Gangmaterial.

Die „Gangsandsteine" sind in der Regel massig und stark kieselig, stellenweise beinahe quarzitisch. Alle mergeligen weicheren Partien der ursprünglichen Sedimentserie wurden bei der Schuppenbildung offenbar abgequetscht und ausgewalzt. Wahrscheinlich hat auch eine gewisse Metamorphose stattgefunden, teils durch Druck, teils durch

Infiltration von Quarz. Dass quarzhaltige Lösungen auf den Kluftflächen zirkulierten, ergibt sich aus der Beobachtung eines Quarzganges entlang einer Transversalverschiebung.

Es gelang dem Verfasser unter den „Gangsandsteinen“ zwei deutliche Typen von grösserer Verbreitung zu unterscheiden. Der Komplex westlich Stratton Park ist ein meist violetter, aber stellenweise weisser Sandstein, der dem Cambrium ähnlich sieht. Diesem cambrischen Typus gehören auch eine grössere Zahl der dünneren „Gänge“ im Granit an.

Der grosse Komplex von Gangsandstein südlich Manitou besteht aus einem hellen Sandstein mit dunkelroten Flecken, häufig übergehend in roten Sandstein mit weissen Adern. Das rote Material bildet stellenweise weichere Schichten im hellen Sandstein, der rauh anwittert, stellenweise mit hervorstehenden Adern. Die letztere Eigenschaft wurde an verschiedenen Orten (Boulder, Garden of the Gods) im obern Teil des untern Wyoming beobachtet, wo diese Schichten tektonisch gestört sind. Diese Serie, die lokal auch in dünneren Gängen im Granit beobachtet wurde, soll als Wyoming-Typus bezeichnet werden. Feines Konglomerat wurde südlich Manitou zwar nicht im Anstehenden, wohl aber in Bruchstücken beobachtet.

Ute Pass-Überschiebung südlich Bear Canyon.

Die steilgestellte Schichtserie der Kreide wird am Ausgang des Bear Canyon durch die grosse überschobene kristalline Masse des Pikes Peak-Massivs im Streichen gegen Südosten abgelenkt und zu einem Mittelschenkel übergekippt. Der Eisenbahn nach Süden folgend trifft man zuerst den mit 55° nach SW einfallenden übergekippten Dakota-Sandstein, dann nicht nur in dem Tälchen, wie auf der geologischen Karte angegeben, sondern auch östlich davon im Bahneinschnitt den Niobrara-Kalk mit einem Fallwinkel von 45°. Der nächste Aufschluss an der Eisenbahn bei der 6900 Fuss-Kurve (auf der geologischen Karte ist alles Quartär) ist wieder Niobrara-Kalk in offenbar überkippter Lagerung in flache Wellen gefaltet, aber im Ganzen gegen das Gebirge einfallend.

Genau kann die Schichtlage bestimmt werden am nördlichen Ende des auf der Karte als Niobrara angegebenen Komplexes nordwestlich Stratton Park. Das Einfallen gegen das Gebirge beträgt 45°; die Lagerung ist verkehrt. Dies ergibt sich daraus, dass der Niobrara-Kalk von dem dem obersten Benton angehörenden Sandstein überlagert ist. In der stratigraphisch jüngsten Schicht dieses Sandsteins, direkt am Kalk, wurde ein Bonebed mit Haifischzähnen entdeckt, ein im Colorado Springs-Folio nicht erwähntes Vorkommnis. Auch im Garden of the Gods und bei Glen Eyrie beobachtete der Verfasser zerstreute Knochenreste in diesem Horizont, so dass an der stratigraphischen Interpretation und der verkehrten Lagerung kein Zweifel besteht.

Zwischen North Cheyenne Creek und South Cheyenne Creek findet sich Dakota-Sandstein, der auf der geologischen Karte fehlt; weiter südlich folgt Niobrara-Kalk, in schlechten Aufschlüssen, und beim Starr Ranch gibt eine geologische Karte am Granit-Kontakt Mergel der Montana-Gruppe an.

Alle diese Aufschlüsse sind zweifellos in verkehrter Lagerung und gehören dem Mittelschenkel an. Der direkte Kontakt mit dem Kristallinen wurde nirgends beobachtet, ist aber zweifellos eine Überschiebung. Die Annahme einer vertikalen Dislokation ist nirgends notwendig. Das Kristalline in der Nähe des Kontakts besteht teils aus Gneiss, teils aus Granit. Westlich Stratton Park ist ein grösserer Komplex des cambrischen Typus von „Gangsandstein“, der eine deutliche Rippe bildet und etwas weiter nach Südosten aufgeschlossen ist, als die Karte angibt. Dieser Sandstein fällt mit 60° gegen das Gebirge ein. An mehreren Stellen ist der Kontakt mit dem Kristallinen aufgeschlossen, der normal erscheint. Dieser Sandstein ist das verkehrte Stück der Gewölbeumbiegung der auf das Vorland aufgeschobenen Pikes Peak-Falte.

Im untern Teil des South Cheyenne Canyon befindet sich eine auffällige, mit annähernd 30° gegen das Gebirge einfallende Kluftfläche. Dies ist möglicherweise eine Überschiebungsfläche im Kristallinen.

Das Südende der Überschiebung.

Im obern Teil von Limekiln Valley finden sich sehr gute Aufschlüsse, doch ist diese Gegend sehr schlecht kartiert. Die untere und die obere Wyoming-Formation sind sehr deutlich zu sehen, aber auf der geologischen Karte gar nicht angegeben, obwohl die erstere mächtige Felswände bildet, die sogar aus grosser Distanz zu sehen sind. Die Schichtfolge ist nicht ganz normal. Ausgequetschte Partien veranlassten offenbar Finlay, Verwerfungen anzunehmen, die in Wirklichkeit Überschiebungen sind. Der ganze Komplex vom Niobrara-Kalk hinunter fällt gegen das Gebirge ein, am Nordend des Aufschlusses mit 55—60°, gegen Süden flacher (ca. 40°), alles in verkehrter Lagerung als Mittelschenkel der Antiklinale. Der direkte Kontakt mit dem Kristallinen, das auch hier „Sandsteingänge“ enthält, wurde nicht beobachtet, aber ist zweifellos eine Überschiebung mit einem Einfallswinkel, der eher geringer ist, als der Fallwinkel der Sedimente.

War bis hieher das Streichen der Sedimente parallel dem Gebirgsrand NNW-SSE gerichtet, so drehen beide in eine Nord-Süd-Richtung, die schliesslich nach Südwesten umbiegt. Zwischen Rock Creek und Little Fountain Creek ist, wie aus der geologischen Karte herauszulesen, das Kristalline über den untersten Teil des Wyoming hinübergeschoben. Entlang Little Fountain Creek bildet auf der Karte das „Rotliegende“ eine bedeutende Einbuchtung in das Kristalline. Dieses Bild ergibt sich, da dem Bach entlang das überschobene Kristalline erodiert ist, während es auf beiden Talseiten erhalten blieb. Auch hier wurde ein „Sandsteingang“ beobachtet. Die Überschiebungsfläche taucht in einem flachen Winkel gegen das Gebirge ein. Der Kontakt kann nach Süden um den Hügel herum verfolgt werden. An einer Stelle ist er direkt aufgeschlossen und der Einfallswinkel beträgt ca. 25°. An dieser Stelle sind Gneis und Granit ineinander verfaltet, während nicht weit davon der Granit über der Überschiebung in eine Reibungsbreccie umgewandelt ist. Die Sedimente fallen mit einem Winkel, der nur wenig steiler ist als die Überschiebungsfläche, in verkehrter Lagerung unter das Gebirge ein und sind von kleinen Transversalverschiebungen durchsetzt. Weiter vom Kontakt entfernt wird die Schichtlage steiler. Am Dakota-Sandstein wurden 80° Westfall gemessen und der Niobrara-Kalk fällt schliesslich normal vom Gebirge weg. Entlang der auf der geologischen Karte angegebenen Transversalverschiebung, die allerdings WNW-ESE verläuft, hört die Überschiebung plötzlich auf und die Sedimente sind weniger steil gestellt. Dieser Bruch muss weit in das Kristalline zurückreichen, wo wahrscheinlich die Überschiebung durch eine andere abgelöst wird. Südlich der Transversalverschiebung ruht das Wyoming-Konglomerat direkt auf dem Kristallinen, während nur wenig weiter sich der Silurkalk einschiebt. Dies beweist, dass hier das Fehlen des Silurs auf Erosion vor Ablagerung des Wyoming und nicht etwa auf der Überschiebung beruht, eine Tatsache, die aus der geologischen Karte nicht ersichtlich ist. Die Tendenz zur Überfaltung zeigt sich aber schon wieder in der nächsten Schlucht, wo der Silurkalk von 40° Ostfall am Bachbett immer steiler werdend in die Höhe steigt und schliesslich etwas überliegt. Die Intensität des Zusammenschubes am Gebirgsrand nimmt aber rasch ab und die Schichten werden flacher. Die Axe der Faltung zieht sich in SSE-Richtung in die Sedimente hinaus und bildet eine auf dem Pueblo-Folio deutlich ersichtliche Antiklinale.

Eine „Verwerfung“ im Red Creek wurde nicht besucht, da die Strasse unpassierbar war. Während das Kristalline am Südende des Massivs offenbar unter die Sedimente untertaucht, so sind innerhalb desselben wohl noch Überschiebungen vorhanden. Finlay gibt im Text „Sandsteingänge“ am Mt. Pittsburg an, die er aber nicht kartiert.

Die im Pikes Peak-Folio[1]) angegebenen Störungen am Südende des Massives sind wohl teils als Transversalverschiebungen, teils als lokale Überschiebungen aufzufassen, was sich teilweise aus dem Text ergibt. Eine definitive Interpretation der Tektonik an Hand der Karte ohne Felduntersuchung ist der schlechten topographischen Unterlage wegen und infolge mangelnder Angaben über Streichen und Fallen ausgeschlossen.

Die Überschiebung südlich Manitou.

Vom Bear Canyon ein Stück weit nach Norden sind die tektonischen Verhältnisse analog dem südlichen Teil, nur dass die Sedimente unter einem schiefen Winkel gegen die Überschiebung streichen. An derselben sind sie im Streichen gedreht und überdies als Mittelschenkel übergekippt.

In der Schlucht, in welcher Finlay eine Transversalverschiebung angibt, findet sich eine Granitfelswand, die das Tal abschliesst und die etwas gewellt mit ca. 65° gegen das Gebirge einfällt. Auf der nördlichen Talseite ist an dieser Wand ein „Sandsteingang“ von cambrischem Typus. Er ist auch etwas gewellt; seine Schichten fallen mit ca. 50° gegen den Granit ein und er keilt offenbar gegen die Tiefe aus. Auf der südlichen Talseite fehlt er, und an der Granitwand finden sich gewellte Bänder von verschiedenfarbigem Ton und dann ein verwitterter Augengneis. Talauswärts folgt verwitterter Granit, dann eine granitische Reibungsbreccie, Granit einer anderen Varietät, Gneis und dann wieder Granit, welch letzterer auch auf der nördlichen Talseite zu sehen ist. Diese Stelle gibt wertvolle Aufschlüsse über die Natur der „Sandsteingänge“. Es ist kein Zweifel, dass hier eine Überschiebung vorhanden ist, die mit höchstens 65° gegen das Gebirge einfällt.

In der nächst nördlichen Schlucht bringt eine Transversalverschiebung den Kontakt zwischen Kristallinen und Sedimenten weiter nach Westen zurück und von hier bis Engelmann Canyon sind mindestens zwei Hauptüberschiebungen zu unterscheiden, die eine ungefähr entlang Finlays Verwerfung, die andere südlich Iron Mtn. und Sheep Mtn.

---

[1]) Whitman Cross: Pikes Peak Folio No. 7, U. S. G. S. 1894.

Nach Finlay soll die Verwerfung südlich Manitou besonders gut aufgeschlossen sein. Aber das ist gerade die Gegend, wo seine Karte ungenau ist. Am Ostportal des untern Tunnels ist die Überschiebung schön aufgeschlossen. Das Wyoming-Konglomerat fällt mit 40° unter das Kristalline ein, das seinerseits eine Anzahl „Sandsteingänge" vom Wyoming-Typus enthält. Der Kontakt verläuft hier meist weiter südlich, doch ist Finlays „Verwerfung" vielleicht eine separate, weniger bedeutende Überschiebung.

Im Tälchen zwischen Iron Mtn. und Sheep Mtn. schiebt sich zwischen Wyoming-Formation und Granit „Gangsandstein" ein, dessen Kontakt sowohl zum Granit im Hangenden, als zum Konglomerat im Liegenden bergwärts einfällt, was eine Überschiebung beweist.

In der Schlucht, die von Sheep Mtn. nach Nordosten ausgeht, fällt das Konglomerat im untern Teil vom Gebirge weg. Talaufwärts wird die Schichtlage immer steiler und schliesslich überstürzt. Auf diesen steil überkippten Schichten liegt mit einer 40° gegen das Gebirge einfallenden Kontaktfläche ein verfalteter Komplex von Kristallinem und „Gangsandstein", und zwar so, dass Granit, Gneis und Pegmatit über dem „Gangsandstein" liegen, mehr oder weniger als horizontale Decke, aber in den „Gangsandstein" hinein verfältelt. Auch der „Gangsandstein" enthält Adern von Gneismaterial, was anzeigt, dass diese Gesteine intensiv ineinander gewalzt worden sind.

In dem von Sheep Mtn. nach Osten gehenden Tälchen ist die Überschiebung nicht aufgeschlossen, doch sieht man die graduelle Aufrichtung und Überkippung des Konglomerates.

Am Bächlein, das von Süden in den Sutherland und Creek mündet, ist das letztere auch zu sehen, und zwar fällt das Konglomerat nahe am Kontakt mit 50° gegen das Gebirge ein. Der hier wellige Kontakt ist eine mit ca. 60° gegen das Massiv einfallende Überschiebung, der entlang stellenweise der Granit in eine Reibungsbreccie umgewandelt ist. Nahe der Talsohle finden sich noch weiter gebirgseinwärts Konglomeratschichten, die (wahrscheinlich in verkehrter Lagerung) nach Nordosten einfallen. Der Kontakt mit dem Granit, der an der Basis eine mächtige Breccie bildet, steigt für eine Strecke gegen das Gebirge an, um nachher wieder unter einem 50° nicht übersteigenden Winkel gegen Südwesten einzusinken. Im Granit sind „Sandsteingänge und unregelmässige Gneis-Nester, alles eine starke Verknetung andeutend. Diese Stelle zeigt also einen kristallinen Gewölbekern, der nicht nur auf das Wyoming-Konglomerat überschoben, sondern sogar in absteigender Richtung in dasselbe hineingepresst worden ist.

Am jenseitigen Abhang gegen Sutherland Creek zeigen sich auch

Verfältelungen von „Gangsandstein“ und Granit mit einem kleinen, offenbar wurzellosen Komplex von Granit und Gneis.

Wo die neue Strasse von diesem Creek nach Crystal Park anzusteigen beginnt, ist ein abnormaler Kontakt von Granit im Liegenden und Sandstein im Hangenden mit einem zwischenliegenden zerquetschten Gneis-Paket, alles gegen das Gebirge einschliessend. Weiter oben an der Strasse sind eine grosse Anzahl „Sandsteingänge“ zu sehen, alle intensiv mit Granit und Gneis verfältelt, soweit ersichtlich meist in liegende Falten gelegt. Das Ganze zwischen den zwei Hauptüberschiebungen liegende Paket ist eine intensive Verfältelung von Granit, Gneis und „Gangsandstein“, welch letzterer, soweit beobachtet, ausschliesslich dem Wyoming-Typus angehört.

Die innere Überschiebung ist aufgeschlossen im Einzugsgebiet des auf der Karte ungenannten Baches zwischen Sutherland Creek und Redrock Canyon. Der Kontakt zwischen „Gangsandstein“ und dem zusammenhängenden Kristallinen ist abwechselnd eine vertikal stehende Transversalverschiebung und eine Überschiebung. Der Fallwinkel der letzteren, die stark wellig erscheint, ist an einer Stelle mit etwa 50° messbar. Dass dies ein tektonischer Kontakt ist, ergibt sich daraus, dass hier eine Pegmatitlinse zwischen die Sandsteinschichten eingewalzt ist. In einem in der Nähe durch den Sandstein in das aufliegende Kristalline getriebenen Stollen ist der Kontakt beinahe eben und hier wurde ein Einfallwinkel von 45° gemessen.

Offenbar ist eine weitere Überschiebung noch weiter vom Gebirgsrand im Kristallinen vorhanden. Der von Finlay angegebene „Sandsteingang“ halbwegs zwischen Sheep Mtn. und Eagle Mtn. wurde bis südlich Sutherland Creek verfolgt. An der neuen Strasse am Nordabhang von Eagle Mtn. bei ca. 7800 Fuss wurde eine mit 35° bergeinwärts fallende Kluftfläche beobachtet, entlang welcher eine Reibungsbreccie entwickelt ist. Der Verfasser nimmt an, dies sei eine weitere, höhere Überschiebung.

Die Überschiebung am Ute Pass.

Die Überschiebung folgt dem alten Ute Pass-Saumpfad, angedeutet durch die Topographie und eine Zone von „Sandsteingängen“. Gegen die Passhöhe sind es offenbar zwei Überschiebungen, die eine der Bahn entlang, wo im Pikes Peak-Folio eine Verwerfung angegeben ist, die andere weiter südwestlich durch eine Zone von „Sandsteingängen“ angedeutet, Es mag hier bemerkt werden, dass einzelne Teile eines „Sandsteinganges“, d. h. einer sedimentären Schuppe im Granit, nicht in einer genau ausgerichteten Zone vorzukommen brauchen.

Der „Gang" kann sehr wohl durch Transversalverschiebungen kompliziert sein. Die nordöstliche der zwei angenommenen Überschiebungen ist nur durch die Topographie bewiesen. Die sedimentäre Synklinale ist viel stärker gefaltet, als im Profil des Pikes Peak-Folios angegeben ist. Im Nordschenkel wurden 80° gemessen, und der Südwestschenkel wurde auf ca. 50° geschätzt, so dass die Sedimentschichten in die Luft ausstreichen, bevor der anstehende Granit erreicht wird. Eine Andeutung dieser Synklinale findet sich auch in den flacheren Schichten westlich Manitou. Diese werden gegen die Überschiebung steiler und waren wohl im höheren erodierten Teil überliegend. Hier finden sich im Vorland kleine lokale Überschiebungen und kleine liegende Falten, die von Crosby[1]) beschrieben und abgebildet wurden. Eine der letzteren ist sehr schön von der Ute Pass-Strasse aus zu sehen.

Der Ute Pass-Überschiebung entlang können wir von Nordosten nach Südwesten unterscheiden:

Das Vorland, in dem die Sedimente vom Gebirge wegfallen; eine synklinale Umbiegung; der liegende Teil des zerrissenen Mittelschenkels mit 40—70° gegen das Gebirge einfallend. (Diese Erscheinungen sind weniger deutlich nordwestlich Manitou, teils weil die Sedimente erodiert sind, teils auch weil vielleicht die tektonische Störung schwächer ist); die Hauptüberschiebung, durchschnittlich wahrscheinlich etwa 40° gegen Südwesten einfallend und die Schichtköpfe der Schichten im Liegenden überschneidend; Andeutungen des hangenden Teils des Mittelschenkels durch „Gangsandstein" und Gneis; schliesslich ein kristalliner Gewölbeschenkel (die antiklinale Umbiegung ist nicht ersichtlich, da alle Sedimente erodiert sind). Der letztere zeigt in sich wieder Faltungen und Überschiebungen, durch „Sandsteingänge", Klüfte und Dislokationsbreccien angedeutet. Insbesondere ist zwischen Manitou und Bear Canyon ein grosser Komplex in liegende Falten gelegt. Leider konnten wegen Zeitmangel keine detaillierten Profile durch die Ute Pass-Überschiebung aufgenommen werden.

Der Betrag der Überschiebung ist nicht leicht zu schätzen. Nach Finlay grenzt das Kristalline beim Starr Ranch an die Mergel der Montana-Gruppe. Die Mächtigkeit der Sedimente bis zu diesem Horizont beträgt wesentlich über 2000 m. Gleich daneben werden diese vom Granit im Cheyenne Mountain ca. 800 m überragt. Bedenkt man den Betrag der Erosion im Kristallinen und die Wahrscheinlichkeit, dass diese Montana-Mergel dem Mittelschenkel angehören, so beträgt die vertikale Komponente der Überschiebung über 3000 m. Bei einem Einfallen der Dislokationsfläche von 45° würde der Horizontalbetrag der Überschiebung mindestens 3 km betragen. Der Betrag des Zusammenschubes dürfte wesentlich grösser sein infolge der Schuppenbildung im Kristallinen, deren Ausmass sich beim jetzigen Stand unserer Kenntnisse nicht einmal schätzen lässt.

---

[1]) W. O. Crosby: Archean-Cambrian Contact near Manitou, Colorado. Bull. Geol. Soc. America. Vol. 10, 1899.

Zusammenfassung.

Die Front Range besteht tektonisch aus zwei Teilen, dem Pikes Peak-Massiv und dem nördlichen Teil.

Der nördliche Teil ist eine bis auf das kristalline aberodierte Antiklinale. Ihr Ostrand zeigt steilen Ostfall, der sich allmählich verflacht. Im nördlichen Teil von Colorado ist das Vorland in Falten gelegt, die staffelförmig vom Gebirge abzweigen (Falten „en échelons"). Weiter südlich ist die Antiklinale an den meisten Orten überliegend und zeigt stellenweise einen Scheitelbruch mit Überschiebung. Im nördlichen Teil in Wyoming sind ähnliche Verhältnisse vorhanden, was sich aus der geologischen Karte (Laramie-Sherman-Folio) und Beobachtungen des Verfassers von der Eisenbahn aus ergibt. Zu diesen Überschiebungen, die mit Abquetschungen und Reduktionen in der Mächtigkeit der weicheren Schichten verbunden sind, kommen noch Längsbrüche nahe am Kristallinen, die als abgequetschte Synklinalen aufzufassen sind, und eine grosse Anzahl von Transversalverschiebungen von allerdings meist nur geringem Ausmass.

Sind die Überschiebungen im nördlichen Teil der Front Range mehr lokaler Natur, so zeigt die Antikinale des Pikes Peak an ihrem Rand eine zusammenhängende Überschiebung von mindestens 3 km Horizontalverschiebung, kompliziert mit einer intensiven Schuppung und Fältelung des Gewölbeschenkels.

Auch die nächst südliche Kette der West Montains (siehe Pueblo und Walsenburg-Folios) dürfte als Antiklinale mit Scheitelbruch und Überschiebung aufzufassen sein.

Weite Überschiebungen in der Form von regelrechten Decken wurden in der Front Range nicht beobachtet. Immerhin können bedeutende tektonische Störungen im Kristallinen und vielleicht auch in dem mächtigen Mergelkomplex der Montana-Gruppe sich der Beobachtung entzogen haben.

Zeitlich können drei Phasen der Faltung unterschieden werden. Während der ersteren wurden die „en échelons"-Falten, die Längsbrüche am Kristallinen und die Ute Pass-Überschiebung angelegt, die alle NNW-SSE gerichtet sind. Während der zweiten und Hauptphase bewirkte der Zusammenschub eine Faltung in N-S-Richtung, die den Gebirgsrand steil stellte mit überliegenden Schichten, Scheitelbrüchen, Überschiebungen und Transversalverschiebungen. Dabei wurden auch die vorher angelegten Falten weiter entwickelt und stellenweise stark zusammengepresst und abgequetscht (Boulder Mtn.). Während der dritten Phase scheint der Zusammenschub wieder in der ursprünglichen Richtung gewirkt zu haben. Der Rand des Pikes Peak-Massivs wurde auf die aufgerichteten Schichten des Vorlandes hinaufgeschoben, was im Garden of the Gods zu den SW-NE gerichteten Transversalverschiebungen führte. Diese letzte Aufschiebung des Pikes Peak-Massivs scheint in ziemlich später Zeit stattgefunden zu haben, vielleicht erst nach der Peneplainisierung des Gebirges (Colorado Springs-Folio, Fig. 8).

Auffällig ist die Steilheit einer Anzahl der Überschiebungsflächen. Man könnte sich denken, dass vielleicht das Zentrum des Gebirges eine Rücksenkung erfuhr, die sich am Rand als Drehbewegung äusserte und die Überschiebungsflächen steiler stellte.

Der Verfasser ist sich wohl bewusst, dass er den Rand der Front Range nur kursorisch studiert hat. Insbesondere wäre eine grössere Anzahl genauer Profile erwünscht. Leider erlaubte ihm die zur Verfügung stehende Zeit keine detailliertere Untersuchung. Es ist auch möglich, dass wichtige Publikationen über das Gebiet übersehen wurden.

Es gelang aber nachzuweisen, dass die Front Range ihre Entstehung einer einheitlichen Ursache, nämlich dem Zusammenschub verdankt, ähnlich, wie es in anderen Faltengebirgen der Fall ist und dass Vertikaldislokationen, d. h. typische Verwerfungen fehlen. Weitere Untersuchungen werden zweifellos noch neue Komplikationen zu Tage fördern, aber sie werden an dem Prinzip nichts ändern, dass die Front Range ein typisches Faltengebirge ist.

Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen.

Von

Paul Arbenz (Bern).

(Als Manuskript eingegangen am 1. November 1918.)

1.

Die Ablagerungen, die in einem gewissen Zeitabschnitt gebildet werden, zeigen, wie allgemein bekannt ist, nicht überall den gleichen Charakter, weisen vielmehr lithologische Unterschiede auf, ändern sich in ihrer Mächtigkeit und Fossilführung und zwar oft so weitgehend, dass es mühsamer Vergleiche bedarf, um Ablagerungen gleichen Alters als solche zu bestimmen. Unter der Bezeichnung „Faziesveränderungen in horizontalem Sinne“ oder „horizontale Faziesdifferenzen“ pflegt man diese Erscheinungen zusammenzufassen. In den letzten Jahrzehnten wurden nicht zum wenigsten unter Anregung durch unsern Jubilar auch in den alpinen Schichtreihen die Faziesverhältnisse genau untersucht. Die Arbeiten Arnold Heims über die Churfirstengruppe und die helvetische Kreide sind in dieser Hinsicht unübertroffen. Die Feststellung der Faziesdifferenzen und Übergänge in den helvetischen Alpen hat von jeher eine wesentliche, im Anfang ganz unentbehrliche Stütze für die Deckenkonstruktionen abgegeben. Darin lag zunächst der grösste Wert derartiger Untersuchungen. Gleichzeitig wurde aber auch der Versuch gemacht, die verschiedenen Ablagerungsbedingungen, als deren Folge die Faziesveränderungen aufzufassen sind, näher kennen zu lernen, vor allem die Beziehungen zur Meerestiefe zum Ausdruck zu bringen. Die Einreihung von Ablagerungen aus der Vorzeit in die jetzt angenommene Tiefenskala ist manchmal leicht, besonders bei Sedimenten der neritischen Region, oft aber auch sehr schwierig. Gerade die besten Anhaltspunkte, die Fossilien, sind leider in unsern Alpen oft allzu spärlich vertreten. Häufiger ist man in der Lage, einen Begriff vom Gesamtcharakter der betreffenden Sedimentation und ihren genetischen Beziehungen zu benachbarten Räumen zu gewinnen, als über die Meerestiefen auch nur einigermassen Auskunft geben zu können;

und selbst wenn es gelingt, eine Ablagerung in die Haugsche Skala einzureihen, so ist damit häufig wenig gewonnen.

In den nachfolgenden Zeilen soll nun der Versuch gemacht werden, durch eine etwas andere Orientierung den Fragen nach der Meerestiefe möglichst aus dem Wege zu gehen und Gesetzmässigkeiten der „normalen“ und „gestörten“ Sedimentation zu verfolgen, um auf diese Weise von den Problemen der Sedimentation zu solchen der Gebirgsbildung zu gelangen. Dabei treten wir in den Vorstellungskreis der Argandschen „Embryotektonik“, die aus den Ideen von Suess, Haug, Horn u. a. herausgewachsen ist.

Neben den horizontalen Faziesveränderungen, von denen oben die Rede war, muss besonders auch im Gedanken an alpine Verhältnisse ihr Gegenteil, nämlich die oft erstaunliche „lithologische Konstanz“[1]) in gewissen Schichtgruppen im Auge behalten werden, d. h. das Auftreten immer wieder gleicher Gesteine mit gleichen Merkmalen in einem und demselben Formationsglied nicht nur in einer, sondern in mehreren oder gar allen Zonen der Alpen. Mit erstaunlicher Zähigkeit erscheinen z. B. die Kalke des Malm nach allen Fährnissen der Faziesveränderungen immer wieder, ebenso die Dolomite der Trias, die Flyschgesteine u. s. f. Mit anderen Worten: neben den die „Fazies“ modifizierenden Einflüssen ist häufig ein „lithologischer Stufencharakter“ festzustellen. Dabei kann es vorerst gleichgültig bleiben, ob derselbe die Funktion einer bestimmten Meerestiefe sei oder nicht, ob er sich durch landläufige Vorstellungen über die „Fazies“ erklären lässt oder nicht. Es will mir scheinen, dass gerade die Stufencharaktere sehr weit verbreiteter konstanter Komplexe am schwersten physisch und chemisch zu definieren sind.

2.

Ausser dem Fazieswechsel im horizontalen Sinne ist ebenso bekannt der Fazieswechsel im vertikalen Sinne. Aus dem verschiedenartigen lithologischen und faunistischen Habitus übereinanderliegender Schichten wird mit Recht auf zeitliche Änderungen in der Fazies geschlossen. Die Absatzbedingungen (Meerestiefe etc., Milieu) können sich durch Krustenbewegungen und andere Vorgänge anders gestalten. Neben grossen Faziessprüngen (Transgressionssedimente auf Kontinentalbildungen, Regressions- und Festlandssedimente auf marinen Schichten), die einschneidenden Veränderungen der Verteilung von Land und Meer ihre Entstehung verdanken, begegnet man fast überall kleineren Sprüngen und allmählichen Übergängen.

---

[1]) Die erste Notierung derartiger Erscheinungen rührt wohl von Huxley 1862 her, nach Day 1874 (11); er nennt sie Homotaxis.

Wohl der häufigste Fall ist der Übergang einer tonig-schlammigen Ablagerung in eine mehr oder weniger organogen-kalkige, so im Oxford-Argovien, im Valangien, im Barrémien (Drusbergmergel-Schrattenkalk). Man nimmt im allgemeinen an, die tonig-schlammige Fazies sei die bathyalere, die kalkige die neritischere. Dieser Schluss mag in vielen Fällen zutreffen, beweisen kann man diese Auffassung aber meistens nicht. In allen den genannten Fällen verbindet sich mit dem vertikalen auch ein horizontaler Fazieswechsel, d. h. die Änderung in der Sedimentation tritt zwar überall gleichsinnig, aber nicht gleichzeitig ein. Die zeitliche „lithologische Sukzession“ gibt ein Bild des durch „Fazieswechsel in horizontalem Sinne“ geschaffenen Nebeneinander von Sedimenten. Diese Gesetzmässigkeit hat Joh. Walther in seiner Lithogenesis unter den Begriff „Korrelation der Fazies“ gestellt, indem er (S. 979) betont, dass sich nur solche Fazies und Faziesbezirke überlagern können, die in der Gegenwart nebeneinander zu beobachten sind.

Die lithologische Variation innerhalb einer solchen durch Übergänge verbundenen Übereinanderlagerung zweier lithologisch (faziell) verschiedener Komplexe bleibt meistens mehr oder weniger dieselbe, und zwar eine beschränkte, gleichgültig ob wir die einzelnen Schichten horizontal weithin verfolgen oder die vertikal übereinanderliegenden Schichten studieren.

Einige Beispiele von lithologischer Variation innerhalb eines in sich geschlossenen, durch keine grossen Faziessprünge zerteilten Schichtenkomplexes mögen das Gesagte erläutern. In allen Fällen macht sich die Variation sowohl horizontal, wie vertikal geltend.

Obere Kreide:

/roter Seewerkalk (Couches rouges)
Seewerkalk—Seewermergel-Senon-(Amdener-)Mergel
\glauconitführend (Basis und Senon)

Mit Ausnahme der Flysch-, besonders Wildflyschfazies der obern Kreide, die den Eintritt einer tiefgreifenden Störung der Sedimentation darstellt, ist mit diesem Schema der gesamte lithologische Formenschatz für die Oberkreide nicht nur der helvetischen Zone angegeben.

Mittlere Kreide: Auch dieser Abschnitt zeigt nicht nur in der helvetischen Region einen ausgeprägten Stufencharakter, der sich in gleicher Weise vom Gargasien bis zum Cenoman geltend macht. Die Variabilität ist hier eine beträchtliche; sie führt von Tonen und Mergeln über knollige, kieselige Kalke zu Oolith (selten), Echinodermenbreccie und Sandstein und erhält durch das in allen Typen mögliche, mehr oder weniger reichliche Hinzutreten von Glauconit einen besondern Anstrich. Lithologischer Grundcharakter und Glauconitgehalt scheinen unabhängig voneinander zu variieren. Eine weitere Besonderheit dieser Ablagerungen ist die Häufigkeit schwarzer, phosphatisierter Fossilien.

Barrémien und unteres Aptien: Die beiden Endglieder sind: Fossilarme Mergel und Mergelkalke (mit nur ganz vereinzelten Ammoniten mit Ausnahme des Néocomien à Céphalopodes) = Drusbergschichten, und Schrattenkalk (oft oolithischer, organogener Kalk mit Milioliden, Diploporiden etc., dazu Requienien, Radioliten, mit Übergang zu Echinodermenkalk). Die Variation ist in der helvetischen Zone, ebenso im Jura und den äussern Westalpen sehr beschränkt und erhält nur etwas Mannigfaltigkeit durch fossilreiche Zwischenglieder, wie die in verschiedenen Niveaux auftretende Fazies der Orbitolinamergel. Der Eintritt der Kalkfazies ist meist kein plötzlicher, vielmehr durch rhythmische Wechsellagerung zwischen Kalk und Mergel verwischt. Dieser intime Wechsel von Kalk und Mergel kann keineswegs auf Wechsel von neritisch und bathyal zurückgeführt werden In ihren Endgliedern rücken die Barrémienmergel wohl in die bathyale Zone ein, für die Einreihung der gesamten Drusbergschichten ins Bathyale liegen aber zu wenig Anhaltspunkte vor.

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigt bekanntlich auch das Valangien mit seinem Pendeln zwischen Mergeln und Urgonfazies in der nordhelvetischen Zone und zwischen Mergeln resp. Tonen und dichtem bathyalem Diphyoideskalk in der südlichen Zone. Die Kalkfazies ist im obern Valangien „zähe“, d. h. lithologisch konstanter als im mittleren und untern Teil. Unten macht sich der Wechsel zwischen Kalk der neritischen Zone und Mergel geltend, oben dagegen geht der neritische Kalk nach Arn. Heim mindestens zum Teil horizontal in bathyalen Diphyoideskalk über. Diese Erscheinung wiederholt sich in den Schichtreihen nicht nur der Alpen ungemein häufig, dass nämlich, wie hier, eine Kalkfazies im untern Teil einer Stufe labiler ist und ganz von Mergeln ersetzt werden kann, d. h. die Mergelfazies das Typische darstellt, während oben die Kalkfazies konstant ist und die lithologische Variation sich hier innerhalb verschiedener Sorten von Kalk abspielt.

Ungemein zäh ist auch der Gesteinscharakter des helvetischen

Dogger, speziell des Aalénien vom Rhein bis über die Rhone hinaus. Trotz Mächtigkeitsschwankungen von 1 : 10 und wohl noch mehr, ist die lithologische Variation auffallend beschränkt. Sie lässt sich durch folgendes Schema ausdrücken:

Tonschiefer — knorrig-sandige, eisenschüssige Tonschiefer —
eisenschüssige Echinodermenbreccie
— Eisensandstein <
Quarzit

Das Eisensilikat (Chamosit?) kann lokal und spärlich als Oolith ausgebildet sein und vertritt wohl den Glauconit.

Die Echinodermenkalk-Fazies kann ganz fehlen. Sie tritt häufig oben (nicht zu oberst) auf, einen Teil des Eisensandsteins ersetzend, selten denselben ganz vertretend (Mürtschenstock) und noch seltener an der Basis als Transgressionssediment über der Trias (Innertkirchen-Engelberg, vermeintlicher Lias).

Eine Besonderheit zeigt sich im Balmhorn- und Urirotstockgebiet. Dolomit als Körner und Gerölle treten dort in gewissen Lagen in Masse auf (ebenso übrigens auch im Bajocien des Urirotstocks) und verwandeln die sandigen Schiefer oder Echinodermengesteine des Aalénien in Dolomitbreccien.

Ausgezeichnete Beispiele beschränkter lithologischer Variation liefern auch die verschiedenen Stufen der alpinen Trias. Man denke z. B. an den Buntsandstein und die Werfenerschichten, an die Raiblerschichten in Graubünden und Nordtirol und den Keuper, ferner die ladinischen Mergel, Kalke und Dolomite mit ihrem fast überall völligen Fehlen grob-klastischer Beimengungen.

Eine weitere auffallende Gesetzmässigkeit solcher Schichtreihen mit mehr oder weniger wechselnder Fazies ist ausser der beschränkten lithologischen Variation die mehrmalige Wiederholung gleicher oder ähnlicher lithologischer Sukzessionen im Kleinen wie im Grossen.

Im Kleinen erscheint die Wiederholung als rhythmische Wechsellagerung (Repetitionsschichtung) von Mergel und Kalk besonders dort, wo ein grosser Mergelkomplex nach oben allmählich in einen Kalkkomplex übergeht (vgl. 15, 8, 17). Während dieser Fall sehr häufig ist (Argovien, helvetische und jurassische Geissbergschichten, Drusbergschichten, Öhrlimergel-Öhrlikalk, Partnachmergel-Arlbergkalk), trifft man den umgekehrten Fall, dass ein Kalk durch rhythmische Wechsellagerung nach oben ebenso allmählich in Mergel überginge, seltener. Von naheliegenden Beispielen wüsste ich nur die Zementsteinschichten des Tithon zu nennen, die zum Valangien überleiten, häufig aber gegen den Malmkalk noch scharf abgesetzt sind, und die zonenweise auftretenden Verbindungsschichten zwischen Hauptdolomit und Rhät (Wechsel von Dolomit- und Kalkbänken im norisch-rhätischen Grenzniveau), dann von Kalk und Mergel im Rhät.

In grösserem Umfang sind die sich wiederholenden lithologisch ähnlichen Sukzessionen als Sedimentationszyklen bekannt, eine Bezeichnung, die gewiss berechtigt ist, als sie rhythmische oder zyklische Wiederkehr gleicher Absatzbedingungen angeben will. Eine Parallelität zwischen Abtragungszyklen auf dem Festlande und marinen Sedimentationszyklen kann nur für die grössten, ganze Formationen umspannenden Sukzessionen angenommen werden, für die kleineren und kleinsten wollen wir uns hier nur mit der Konstatierung derselben begnügen und die weitschichtige Materie der Erklärungsversuche möglichst beiseite lassen.

Auf zyklische Gliederungen der Sedimentreihen wurde man wohl zuerst in den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts in Amerika aufmerksam (Hull, Sterry-Hunt, Dawson), zum Gegenstand einer selbständigen Forschungsrichtung wurde sie durch Newberry (21, 22). Die jüngere stratigraphische Literatur ist sehr reich an zerstreuten Notizen über dieses Thema. Einige zusammenfassende Bemerkungen finden sich in Suess' Antlitz der Erde (25), ferner in Dacqués Paläogeographie (10).

Nicht vergessen werden darf, dass das stratigraphische System von Mayer-Eymar auf der Annahme einer konsequent sich immer wiederholenden zyklischen Sedimentation beruht, auf der die Zweiteilung seiner Stufen begründet ist. Nicht weniger streng an die zyklischen Sukzessionen hält sich in neuerer Zeit Rollier (23). Seine Zusammenstellung von Juraprofilen in seinem Werke über die Fazies des Dogger (23, p. 175—180) sind in dieser Hinsicht von besonderer Bedeutung. Seine Stufenabgrenzungen fallen möglichst genau mit den Zyklengrenzen zusammen. Ein ausgezeichnetes Bild über die in gleicher Weise zyklisch gegliederten Juraablagerungen, vor allem des Bathonien Lothringens lieferte Klüpfel (17, 18).

Nehmen wir zum Ausgangspunkt unserer nur auf das Wesentlichste zu beschränkenden Ausführung den Dogger der Juraregion.

Die Profile, wie sie z. B. in Heims Geologie der Schweiz, Tafel XVIII, in Toblers Juratabellen oder im zitierten Werke von Rollier übersichtlich zusammengestellt sind, zeigen im Grossen eine Wechsellagerung von Tonen, Mergeln und Kalken verschiedener Art, vorwiegend eisenschüssigen Mergelkalken, Oolithen und Echinodermenkalken. Zwischen die extremen Glieder der Tone oder Mergel und der Kalke schalten sich häufig knollige oder mit Repetitionsschichtung versehene Sedimente ein, in denen Kalk und Ton intim wechsellagern. Der Wechsel dieser Sedimente ist aber kein willkürlicher, lässt vielmehr verschiedene nicht überall gleich deutliche zyklisch sich wiederholende Sukzessionen von Gesteinen erkennen.

1. Das Aalénien beginnt bei uns mit Tonen, die sich eng an das Toarcien anschliessen, darüber folgen als Kalke, besonders Spatkalk, Sandkalk oder Eisenoolith, die Murchisonaeschichten, an die sich, zur gleichen Sukzession gehörend, die Concavus-Sowerbyi-Schichten anschliessen. Dass auch letztere von Rollier noch zum Aalénien gezogen werden, ist in lithologischer Hinsicht durchaus konsequent und entspricht den natürlichen Verhältnissen nicht nur im Jura, sondern auch in vielen Teilen der Alpen.

Der zweite Teil der Gesteinsreihe besitzt entschieden neritischen Charakter, der erste dagegen wird allgemein als bathyal angesehen.

2. Mit dem Bajocien beginnt, nach Abtrennung der Sowerbyischichten, eine neue, etwas kompliziertere Sukzession. Tonige und knollige Schichten erscheinen besonders im östlichen Jura, mit Eisenoolith der Humphriesischichten beginnend, während im Westen Echinodermenkalke und Korallen führende Ablagerungen schon von Anfang an einsetzen. Es folgen dann im ganzen mittleren und westlichen Jura neritische Kalksedimente, vor allem der (untere) Hauptrogenstein. Vom Fricktal an östlich dauerte aber die tonige Sedimentation länger, und am Randen ist schliesslich nur das oberste Bajocien noch durch einen Eisenoolith markiert, alle tiefern Schichten aber sind vorwiegend tonig ausgebildet.

3.—4. Das Bathonien bringt wieder neue Zyklen; bei uns sind es deren zwei, in Lothringen mehrere. Im Berner Jura enthält der erste Zyklus Homomyenmergel und obern Hauptrogenstein (Bathien Rollier). der zweite die Moveliermergel und die Oolithe cannabine, resp. Pierre blanche (Bradfordien). In andern Regionen ist diese Kalkphase stark verwischt. Hier aber findet sich an ihrem Ende eine scharfe Grenze. Es ist eine deutliche Emersionsfläche mit Bohrmuschellöchern. Derartige auf vorübergehende Trockenlegung oder Hebung in die Litoralregion deutende Spuren sind in den Schichtreihen nicht selten (Klüpfel und Arn. Heim nennen sie häufig). Sie finden sich immer am Schluss einer lithologischen Sukzession, an der Grenze zweier Sedimentationszyklen und werden von mehr oder weniger deutlich entwickelten Transgressionssedimenten überlagert

(Geröllschichten, Trümmerkalk u. dergl.), die den neuen Zyklus einleiten.

5. Auch im Callovien ist mindestens eine Sukzession von Ton und Kalk enthalten, am deutlichsten da, wo Callovientone von der Dalle nacrée überlagert werden. Ob das Cornbrash (Variansschichten) durchweg zum gleichen Zyklus gerechnet werden muss, scheint mir fraglich, aber sicher ist, dass die Grenze gegen das Bradfordien ganz scharf ist. Will man, wie das früher meistens geschehen ist, die Variansschichten zum Bathonien ziehen, so fällt die scharfe Zyklengrenze innerhalb der Stufe.

Schon an diesen Beispielen ist die gesetzmässige Sukzession Ton — Mergel — Kalk (Oolith, Spatkalk, Eisenoolith), der oben mit einer Emersionsfläche abschliessen kann, deutlich zu erkennen. Klüpfel konstatierte im lothringischen Jura deren 30.

Ganz gleichsinnige, wenn auch in der lithologischen Variationsbreite nicht identische Sukzessionen enthalten auch der Lias (Brandes, 6) und der Malm, und man begreift es, dass Mayer-Eymar versuchen konnte, alle Etagen in zwei Teile, eine Tonstufe unten und eine Kalkstufe oben, zu teilen. Es dürfte aber wohl besser sein, drei Phasen innerhalb einer solchen Sukzession oder eines Zyklus zu unterscheiden:

1. Transgressionsphase mit Aufarbeitung des Untergrundes, oft auch klastischer Zufuhr.

2. Inundationsphase mit einer Sedimentation, die häufig den Charakter der bathyalen Zone zeigt, jedenfalls bathyalere Zustände brachte als 1 und 3, und lithologisch durch das Vorwiegen von Ton und Mergel, dann Kalk, ausgezeichnet ist.

3. Regressionsphase mit ausgesprochen neritischer, kalkiger oder sandiger Sedimentation, in vielen Fällen mit einer Emersion, sehr häufig mit einer scharfen Gesteinsgrenze (Discontinuität) abschliessend.

Von 1 bis 3 verändert sich die Sedimentation langsam, von 3 zu 1 erfolgt dagegen ein rascher Wechsel, auch wenn es nicht zu Emersion und Transgression kommt. Besonders die Darstellungen von Rollier zeigen, in welcher Weise der lithologische Charakter innerhalb eines Zyklus variiert. Die lithologische Variation ist horizontal und vertikal sehr nahe verwandt; die tonige Sedimentation ist unten am konstantesten, die kalkige oben. Ganze Zyklen können lithologisch monoton werden und verwischt erscheinen. Im Westen ist es die Kalkfazies, die früher einsetzen kann, bis fast zur völligen Verdrängung der Mergel (unt. Bajocien), im Osten kann die Tonphase länger andauern und für die Kalkphase fast oder gar nichts mehr übrig lassen. Am prägnantesten sind diejenigen Profile, wo sich, wie etwa im Berner Jura, Kalke und Mergel die Wage halten; da ist die zyklische Wiederholung gleichsinniger lithologischer Sukzessionen am auffallendsten.

Nicht weniger deutlich und gesetzmässig ist die zyklische Gliederung der helvetischen Kreide, deren Faziesverhältnisse unter der Anregung von Alb. Heim durch eine ganze Reihe seiner Schüler studiert und durch Arn. Heim und Ernst Ganz zu einer bis in alles Detail gehenden Vollständigkeit aufgeklärt worden sind. Alle Stufen zeigen gleichsinnige Faziesänderungen in horizontalem Sinne, und allen ist eine für diesen Raum auffallende Beschränkung in der lithologischen Variation eigen. Eine besondere Eigentümlichkeit dieser Profile liegt in der bis viermaligen Wiederholung der Urgonfazies.

1. Zyklus: Tithon — Öhrlimergel — Öhrlikalk (oolithisch-organogen, oben nicht selten Korallen). Unt. Valangien.

2. Zyklus: Valangien (s. s.) — Mergel — Valangienkalk (schrattenkalkähnlich, oben häufig eine Echinodermenbreccie mit Sandgehalt). Abschluss (resp. Anfang des folgenden Zyklus) eine nicht überall vorhandene Bank von Glauconitsandstein, (Gemsmättlischicht, oberes Valangien).

3. Zyklus: (Glauconitsandstein des obern Valangien) — Mergel und Kieselkalk des Hauterivien, zuletzt wiederum häufig Echinodermenbreccie und Glauconitsandstein (Altmannschichten, unt. Barrémien).

4. Zyklus: (Glauconitsandstein) — Mergel und Kalkbänke der Drusbergschichten — unt. Schrattenkalk.

5. Zyklus: Orbitolinamergel (z. T. mit Einlagerung von Sandstein) — oberer Schrattenkalk (unt. Aptien), zu oberst Korallen und Echinodermenkalk weit verbreitet, mit Emersion oder Discontinuität abschliessend.

6. Zyklus: Beginn der „mittleren Kreide", „Gault" s. l.: Fossilbank mit Phosphat und Glauconit (Luitere Zug), Mergel, Glauconitsandstein, Sandstein oder Oolith und schliesslich Echinodermenbreccie (Gargasien).

7. Zyklus: Glauconitphosphatbank, Mergel mit Glauconit, Kalk; kein einfacher Zyklus (Albien).

8. Zyklus: a) Turrilitenschicht (Glauconit-Phosphatbank), Cenoman, Bindeglied von 7 und 8.
b) Seewerkalk, bathyaler Foraminiferenkalk.
c) Seewermergel - Senon, bathyale Foraminiferenmergel mit pyritifizierten Fossilien, nur in der Südzone vorhanden.

9. Zyklus: Emersion und Transgression durch die jungkretazischen Wangschiefer oder das Tertiär. In der Südzone sind Stellen mit mariner Verbindung von Kreide und Tertiär wahrscheinlich.

Bei den meisten der genannten Zyklen mit Ausnahme des letzten, der völlig neue Zustände brachte, fällt die beschränkte und immer wieder ähnliche lithologische Sukzession auf. Die letzten Glieder sind die neritischsten, die darauffolgenden Glauconitbänke mit ihren als schwarze Phosphate erhaltenen Fossilien und Fossiltrümmern markieren das Umkippen in den bathyaleren Zustand. Sie repräsentieren vielfach die Transgressionsphase. Immersions- und Regressionsphase schliessen sich als Hauptglieder des Zyklus mit der ausgiebigsten Sedimentation an.

Von der nördlichen zur südlichen Zone der helvetischen Kreide vollziehen sich die bekannten Faziesveränderungen, die sich, auf die zyklische Gliederung bezogen, folgendermassen formulieren lassen:

1. Der erste Zyklus setzt aus und verschmilzt infolge Auskeilens des Öhrlikalks mit dem zweiten.

2. Der neritische Kalk des zweiten Zyklus besitzt grössere Konstanz. Er geht im Süden nicht in Mergel, sondern in einen bathyalen Kalk (Diphyoideskalk) über, der seinerseits wiederum weit verbreitet, d. h. sehr konstant ist.

3. Die Mergel von 1 und 2 nehmen gegen S stark an Mächtigkeit zu, die Austern verschwinden.

4. Der Kieselkalk des 3. Zyklus nimmt stark zu und wird an der Basis tonig.

5. Die Mergelfazies des 4. Zyklus ersetzt im S den ganzen untern Schrattenkalk, d. h. der ganze Zyklus verschwindet wie der erste.

6. Der obere Schrattenkalk (= Regressionsphase des 5. (+ 4.) Zyklus ist auch im S noch lange konstant vorhanden als spätiger kieseliger Kalk.

7. Der 6. Zyklus (Gargasien) fehlt im N. An seine Stelle tritt eine Lücke in der Schichtreihe.

8. Im 8. Zyklus nimmt eine allgemeine Überflutung überhand, die Immersionsphase dominiert.

9. Alle diese Faziesveränderungen finden sich in parallelen Zonen.

Die Linien gleicher Fazies laufen nahezu parallel mit den Falten und den Deckengrenzen. Der Übergang von Nord- in Südfazies ist ein ganz kontinuierlicher und bestätigt die Richtigkeit der Deckenprofile. Die ganze Zone besass den Charakter eines Schelfmeeres, ganz ähnlich wie die Juraregion im eben besprochenen Dogger, mit Übergang von der neritischen in die bathyale Zone. Der horizontale Fazieswechsel bringt auch hier die gleichen lithologischen Variationen wie die vertikale Sukzession. Gute Grenzen sind die Emersionsflächen, variable diejenigen zwischen Immersions- und Regressionsphase.

Beispiele von viel umfassenderen und lithologisch noch extremeren Sedimentationszyklen enthält die Triasformation vor allem in der germanischen Provinz durch das Hinzutreten kontinentaler Transgressionssedimente am Anfang der Zyklen und rein chemischer Absätze am Ende der marinen Phasen als besondere Begleiterscheinung der Regression unter „Eindampfung" von Meeresteilen. Die Zyklen tragen hier deutlich den Charakter von Transgressionswellen.

(1. Rudimentärer Zyklus: Mariner Oolithkalk im unt. Buntsandstein am Harz, dann Buntsandstein).

Erster Hauptzyklus: Röt (Dolomit, Gips in Thüringen) des obern Buntsandstein = beginnende Transgression. Wellenbildung (unt. Muschelkalk) = Immersion, marin. Anhydritgruppe mit Steinsalz etc. und Ton (mittlerer Muschelkalk) = Regression mit Eindampfung, chemischer Zyklus. Dabei ist zu beachten, dass hier, wie auch in andern Fällen, bereits das Röt, d. h. die Transgression zu lokalen „Eindampfungen" führte und vielleicht Teilzyklen enthielt.

Zweiter Hauptzyklus: Hauptmuschelkalk (marin = Transgression plus Immersion), Lettenkohle (unt. Keuper) regressiv, halbkontinental; Keuper mit lagunären Teilzyklen (Gipskeuper), die in der ostalpinen Trias sich zum dritten Hauptzyklus mit dem Hauptdolomit auswachsen.

Hier fallen die Stufengrenzen nicht mit den Zyklengrenzen zusammen. Die Zyklen, besonders deren Anfang, stimmen zeitlich wohl nicht genau miteinander überein.

Die Frage drängt sich auf, ob die Zyklen denn überhaupt überall gleichzeitig waren und ob sie als Grundlagen für die Stratigraphie angenommen werden dürfen. Für die grossen, Festländer verschlingenden Transgressionen ist dies sicherlich nicht der Fall. Das zeigen die Untersuchungen von Grabau (13) über das Palaeozoikum und Mesozoikum in Nordamerika, das lehrten auch die hervorragenden Arbeiten des allzu früh uns entrissenen Boussac (9) über das Eogen der Alpen. Mit der wandernden Transgressionswelle rückt auch der Streifen mit typischer Transgressionssedimentation langsam gegen das Festland vor. Der Anfang des Zyklus verspätet sich also umsomehr, je weiter dieser über den Kontinent fortschreitet.

Die kleinen Stufenzyklen des Jura sind in ihrer Hauptzahl im Anglo-pariser Becken und in der Schweiz gewiss nahezu gleichzeitig.

Klüpfel betont aber, dass die Zyklen in Lothringen einmal nicht durchgehend seien — das würde ihre Gleichzeitigkeit in grösseren Gruppen nicht ausschliessen —, aber auch wirklich nicht gleichzeitig seien. Die Bestimmung des relativen Alters der Zyklen benachbarter Gegenden, das geht sowohl aus den Argumentationen Rolliers wie Klüpfels hervor, kann übrigens aus den Fossilien allein nicht einwandfrei bewiesen werden, da die Faunen in hohem Masse von der Fazies abhängig sind. Das Eintreffen vieler Ammonitenfaunen ist vom Eintreffen des jeweiligen Zyklus resp. einer Phase des Zyklus abhängig, die für die Verbreitung, für aktive und passive Wanderung günstige Bedingungen bringt. Zur Bestimmung des relativen Alters der Zyklen in benachbarten Zonen ist die minutiöseste Verfolgung der einzelnen Schichten nötig.

Es ist kein Zufall, dass die Stufenstratigraphie aus Ländern stammt, wo die zyklische Gliederung besonders deutlich ausgeprägt ist und die lithologischen Stufenmerkmale dominieren. Die besten Zeiteinschnitte liefern offenbar die Emersionsflächen, falls sie weite Verbreitung zeigen, d. h. die Endphasen der Zyklen, die unbestimmtesten die Grenzen zwischen Ton- und Kalkphasen. Alle Lokalgeologie und auch die Detailkartierung hat lithologische oder Zyklenstratigraphie als Hauptgrundlage. Sie kann auch ohne Fossilien zu einem befriedigenden Resultat führen und die Faziesverhältnisse weitgehend klarlegen helfen.

Eine wichtige Tatsache ist nun, dass die Sedimentationszyklen besonders reichlich in den Ablagerungen der ehemaligen Transgressions- oder Epikontinentalmeere auftreten. Die Stufenstratigraphie stammt, wie Haug betont, aus derartigen Meeresabsätzen, nicht aus den monotoneren der Geosynklinalen. Dieser Umstand hängt mit der typischen Ausbildung der die Stufengliederung ermöglichenden Zyklen zusammen. Zyklische Sedimentation ist für die Epikontinentalmeere die normale Sedimentation. Irgend eine Störung durch gebirgsbildende Vorgänge ist dabei nicht im Spiel.

So leicht es ist, die Existenz der lithologischen Sukzessionen und die weite Verbreitung gleichartiger Sedimentzyklen zu erkennen und richtig zu bewerten, so schwierig ist es, die Ursachen für die Zyklengliederung überhaupt und auch für den lithologischen Ausdruck, den sie findet, anzugeben. Die massgebenden Faktoren sind jedenfalls mannigfaltig. Periodische Änderungen des Klimas, der Zusammensetzung des Meerwassers, der Strömung und vor allem

Hebungen und Senkungen kommen in Frage, wobei auch nicht vergessen werden darf, dass auch das Wasser gegenüber dem Festen durch Veränderung seiner Quantität oder Verdrängung absolut, nicht bloss relativ seine Lage verändern konnte. Nicht jede Regression und Emersion bedeutet Hebung des Bodens; auch die Ausfüllung des Meeres verändert die Fazies der entstehenden Sedimente und führt zu dessen Verdrängung. Es handelt sich hier um ein ungemein kompliziertes Problem, das hier in Kürze nicht abgehandelt werden kann. Die Ausführungen Klüpfels (18, p. 107 etc.) sind in dieser Hinsicht besonders lehrreich. Sie zeigen, dass die allgemeine Auffassung, der zyklischen Gliederung liegen relative Niveauschwankungen zugrunde, für viele Fälle wohl richtig ist.

Das in den epikontinentalen Meeren zur Ablagerung gelangende Material stammt, soweit die Zyklen normal sind, vom Festland, vom Kontinent, dessen Schicksal sich in den zyklischen Sedimenten widerspiegelt. Von dort wird es in klastischer oder gelöster Form durch die Gewässer zugeführt und gelangt unter wechselnden Bedingungen zum Absatz.

Zwei Gruppen von Sedimenten und zwei Typen der Sedimentation mischen sich in diesen Meeren:

1. Die epirogene Sedimentation, bei welcher das Material in Form von Geröllen, Sand und Schlamm vom Festland stammt.

2. Die thalattogene Sedimentation, welche die rein chemischen und organischen Sedimente umfasst. Es kann dabei unentschieden bleiben, woher das gelöste und zur Ausscheidung gelangende Material stammt; sie ist auch keineswegs auf Epikontinental- oder Schelfmeere beschränkt. Der Versuch, chemische und organogene Absätze zu trennen, stösst in den meisten Fällen auf grosse Schwierigkeiten. Eine prinzipielle Trennung erscheint mir unnatürlich, vielmehr diese Zusammenfassung geboten. Wollte man auch die entsprechenden Sedimente der Seen einbeziehen, so wäre die Bezeichnung hydatogen zu wählen und die Abteilungen thalattogen und limnogen zu unterscheiden.

Aus dieser Definition geht hervor, dass der Begriff thalattogene Sedimentation keinen Gegensatz zur epirogenen bildet, sich vielmehr mit ihr, wie auch mit einem dritten Typus überall verflechten kann. Die innige Vermengung beider Typen ist in der organogen-detritischen Ablagerung besonders deutlich. Thalattogenes Material wird hier nach Art der epirogenen Einschwemmungen in Form von Sand und Trümmern wieder niedergesetzt.

3.

In den Alpen, wie auch in den meisten andern grossen Kettengebirgen gibt es Zonen, in denen die Schichtreihen keine gesetzmässige zyklische Gliederung zeigen. Dahin gehören die jungpalaeozoischen Casanaschiefer, die Schistes lustrés der Trias und des Jura, die Flyschfazies und die Molassebildungen. Argand, sowie auch R. Staub haben aus der penninischen Zone Stellen beschrieben, wo die Casanaschieferfazies von unten, die Schistes lustrés-Fazies von oben die hier im übrigen „germanisch“ gegliederte Trias mit Sandstein, Dolomit und bunten Schiefern aufzehren, so dass fast nichts mehr übrig bleibt. Die mächtigsten Zykleneinschnitte der Erdgeschichte sind hier fast ganz verwischt infolge einer tiefgründigen Störung. Wir befinden uns hier in einer jener Regionen, die von Haug und andern Geosynklinalen genannt wurden.

Aber bei weitem nicht in allen Geosynklinalen ist die zyklische Sedimentation gestört. Die ostalpin-mediterrane Trias zeigt meistens eine ausgezeichnet zyklische Gliederung, so dass man versucht ist, sie einem im Laufe der Entwicklung durch beträchtliche Senkungen modifizierten Epikontinentalmeer zuzuweisen. Auch wenn innerhalb ihrer Schichtreihe tiefmeerische Sedimente auftreten, zu denen man (ob mit Recht?) die roten Cephalopodenkalke rechnet, so nehmen sie doch nie den Charakter der Glanzschiefer an.

Die Schistes lustrés- und auch die Flyschfazies ist keineswegs bloss eine Funktion der Tiefe. Die Glanzschiefer gehören wohl vorwiegend der bathyalen Region an. Wichtiger als die absolute Tiefe ist aber das Anhalten gleicher Sedimentationsbedingungen, d. h. in diesem Fall von starker Zufuhr von Schlamm und gröberem Material aus benachbarten Zonen unter fortschreitendem, die Sedimentation immer wieder ausgleichendem Nachsinken des Untergrundes. Dieser Schluss drängt sich angesichts der enormen Massen solcher gleichartigen Sedimente immer wieder auf.

Grosse Mächtigkeit, Wechsel im Kleinen, aber Monotonie im Grossen und Fossilarmut sind die Hauptmerkmale von Schistes lustrés und Flysch. Wohl niemand hat diesen Typus von Sedimenten und die Beziehungen zur Deformation des Untergrundes und zum werdenden Gebirge grosszügiger und klarer geschildert als Marcel Bertrand (5). Schistes lustrés (flysch schisteux, trias et jurassique), Flysch s. s. (flysch grossier, crétacé, eocène), Molasse (oligocène-miocène) bilden für ihn eine Reihe ähnlicher Faziestypen, in denen sich das werdende, aus der Geosynklinalphase langsam auftauchende Gebirge widerspiegelt. Auch in andern älteren Gebirgen sah er dieselbe Fazies und Sukzession wiederkehren und versuchte sie den vier wichtigsten Gebirgsbildungszyklen (Chaîne huronienne, Chaîne silurienne, Chaîne houillère, Chaîne alpine; oder präcambrische, caledonische, herzynische, alpine Gebirgsbildung) beizuordnen.

Auf die Ursachen, die in den epikontinentalen Meeren Sedimentationszyklen von kleiner Spannweite riefen, reagierte diese Sedimentation nicht. Ihre Zyklen sind nach Marcel Bertrand viel umfassender und decken sich erst mit den grossen Perioden der Erdgeschichte. Aber innerhalb dieses riesigen Rahmens zeichnen sich deutlich die von den kleinen Zyklen her bekannten drei Phasen der Transgression, Inundation und Regression ab. Die erstgenannte Phase kommt in der penninischen Zone nur dort zum Ausdruck, wo die Trias noch ihre Stufenmerkmale zeigt, wo die palaeozoische Gebirgsbildung resp. Deformation nicht kontinuierlich in die mesozoische überging, vielmehr eine Hebung eingeschaltet war.

Der ganze Typus der Sedimentation dieser Gebirgszonen steht in seinen Endgliedern in schroffem Gegensatz zur epirogenen, und muss als ein dritter Typus, als orogene Sedimentation, aufgestellt werden. Es ist ganz unmöglich, bei der Fossilarmut dieser Komplexe eine Einreihung in die Tiefenskala vorzunehmen. Man liest von bathyalen Casanaschiefern, die unter Umständen in pflanzenführendes Carbon übergehen oder in festländische Verrucanosedimente. In den Bündnerschiefern pendelt die Sedimentation zwischen „neritisch“ und „bathyal“ herum, wobei unter den Begriff „neritisch“ Kalke, Konglomerate und Breccien, unter „bathyal“ die Tonschiefer fallen. Stärkere Schübe von grob-klastischem Material und Eintreten etwelcher thalattogener Sedimentation mögen diesen Fazieswechsel wohl meistens verursacht haben. Änderungen in der Tiefe sind dadurch keineswegs bewiesen.

Die Störung der normalen Sedimentationszyklen kann sich in der Richtung gegen eine orogene Zone in zwei verschiedenen Formen äussern, entweder durch Übergang der zyklischen Sedimente in die homogene Geosynklinalfazies oder in Konglomerate und Breccien.

Der erste Fall tritt am Südrand der helvetischen Zone ein. Die deutlich gegliederten Schelfabsätze verlieren, wie wir oben gesehen haben, im Süden noch innerhalb der helvetischen Decken zwei (bis drei) Zyklen, die Sedimente werden toniger und dabei mächtiger, die Kalke schwinden. Ganz ähnlich geht es mit dem Dogger der Berner Alpen. Die positiven Beweise für neritische Fazies verschwinden in der Fauna. Die bathyalen Formen der Kreide kommen erst spärlich, werden aber an andern Orten dominierend. Die „Facies mixte“ von Grenoble entspricht ihrer Fazies nach dem helvetischen Schelf und zeigt gegen SE ganz ähnliche Übergänge wie die helvetische, führt aber bis zur cephalopodenreichen bathyalen Fazies. Wir finden das entsprechende Glied bei uns nicht mehr in den eigentlichen helvetischen Decken, sondern in dem Néocomien à céphalopodes der Zone des Cols und der Zone externe in den Préalpes, deren Heimat unmittelbar südlich derjenigen der helvetischen Decken liegt. Der Übergang von neritisch zu bathyal ist hier sicher dokumentiert. Er entspricht dem Übergang vom Schelf in die zentralen Teile einer Geosynklinale. Über ihren Südrand wissen wir fast nichts.

Verschiedene Autoren glauben, im obern Teil der Schistes lustrés und der Bündnerschiefer sei auch Kreide vertreten. Dies ist angesichts der Unmöglichkeit, Trümpys Eogen von älteren Schichten zu trennen, wahrscheinlich, aber bestimmte Anhaltspunkte liegen nicht vor.

Der zweite Fall der Störung tritt uns am typischsten dort entgegen, wo wir jenseits der Bündnerschieferzone wieder auf Malm und Kreide stossen, nämlich in der über die Bündnerschiefer und ihren Flysch weggeschobenen Falknisdecke. Die Schichtreihe erinnert mit ihrem Malmkalk, mit Urgonfazies und Glauconitsandstein sehr stark an die helvetische Fazies. Diese Verwandtschaft bleibt aber auf den lithologischen Grundstock der Sedimente beschränkt. Die Sedimentationszyklen haben sich nicht alle wieder eingestellt. Die auffallendste Störung beruht hier aber in Einschwemmungen von Sand, Geröll und Blöcken, die sich in allen Horizonten sozusagen vom Dogger bis zum Flysch vorfinden. Die Gerölle, unter den in den tiefern Lagen vor allem Granit dominiert, sind zu ganzen Lagern vereinigt. Sie sind bald abgerundet, bald eckiger, und ihre Korngrösse nimmt von S gegen N von mächtigen Blöcken bis zu Sand ab. Wir haben hier eine Einstreuung von Konglomeraten und Breccien vor uns, die durch Formationen hindurch anhielt, ohne den lithologischen Grundcharakter (d. h. die Stufenmerkmale) völlig zu verändern.

Die darüber folgenden Schuppen und Teildecken, die, wie auch schon die Falknis, heute zur sog. unterostalpinen Schubmasse gestellt werden, sind nicht weniger reich an Breccien. Schliesslich bleibt keine Stufe der Schichtreihe vom Verrucano bis zum Flysch, die nicht irgendwo als Breccie entwickelt, d. h. voll von Einstreulingen oder Produkten sedimentärer Umlagerung wäre; ja es gibt sogar Stellen (J. Cadisch wird darüber berichten), wo es den Anschein hat, als ob die ganze Schichtfolge eines Profils von der Trias bis zur Kreide brecciös entwickelt wäre.

Noch viel mehr als bei der Fazies der Schistes lustrés drängt sich hier die Vorstellung von kontinuierlichen Deformationen auf. Dort war es das Bild der sinkenden und sammelnden Mulde, hier dagegen das einer immer wieder blossgelegten Aufragung, der Steilküste und des Steilabfalls mit seinem Geröllschutt. Es ist die Nähe nicht der Geosynklinale, die immer wieder sinkt, sondern der stets wieder aktiven Geantiklinale. Diese Zone fällt mit dem Rand der unterostalpinen Decken zusammen. Der Charakter der Sedimente dieses Randes zeigt, dass aus der Geantiklinale der Deckenkomplex geworden ist, dass mit andern Worten die Geantiklinale schon im Mesozoikum ihre differenzielle Bewegung gegenüber den vorliegenden Bündnerschiefersynklinalen begann. Ohne Zweifel steht auch diese Sedimentation im Zusammenhang mit der Gebirgsbildung und verdient daher die Bezeichnung orogen.

Ihren Höhepunkt erreicht die Störung der normalen Sedimentation durch orogene Konglomerat- und Breccieneinlagen, erzeugt durch Einschwemmung und wohl auch submarine Abrutschung in der Fazies des Blockflysches oder Wildflysches. Weder an ein bestimmtes Alter noch an eine Meerestiefe scheint diese aussergewöhnliche Form der Ablagerung gebunden zu sein. Eine scharfe Grenze gegenüber dem Vorgang der oben geschilderten Einschwemmung existiert nicht. Nach Arn. Heim setzt die Wildflyschfazies in der helvetischen Zone schon im Senon ein, um dann im Alttertiär ihren Höhepunkt zu erreichen. In der Gegend von Sachseln und östlich des Surenenpasses erscheint der Wildflysch von Globigerinenmergel durchsetzt, die bald mehr an die helvetischen Staadschiefer, bald mehr an die Senonmergel erinnnern. Auch hier liegt es nahe, einen Teil des Wildflysches in die Kreide zu versetzen, ganz gleich wie in Teilen der Zone des Cols und von Habkern, wo der innige Verband mit den ebenfalls kretazischen Leimernschichten eine Trennung in Kreide und Tertiär oft unmöglich macht. Die „wilde“ Zusammensetzung dieser sehr heterogenen Sedimente ist zum Teil primär, zum Teil wurde sie noch durch tektonische Vorgänge verstärkt. Als rein mechanische Reibungsbreccie an der Basis der Decken darf man sie, wie Sarasin, Arn. Heim und Beck gezeigt haben, keineswegs auffassen. Sie sind vor allem eine Begleiterscheinung der im Meer vorgetriebenen Decken (vgl. Beck 4). Bald blockreich, bald frei von solchen, erscheinen sie uns hier als ein vorwiegend stratigraphisches, dort mehr als ein tektonisches Durcheinander (vgl. die das

Problem ausgezeichnet wiedergebenden Notizen von Lugeon, 20 und Gagnebin, 12).

Die bisherigen Ausführungen lassen sich etwa folgendermassen zusammenfassen.

Ausgehend von den Erscheinungen der horizontalen Faziesveränderungen in sedimentären Schichtreihen wurde auch auf die häufig auftretende lithologische Konstanz, d. h. den Stufencharakter aufmerksam gemacht.

Die Faziesveränderungen in vertikalem Sinne zeigen häufig gewisse Gesetzmässigkeiten, indem sich ähnliche lithologische Sukzessionen in einer Formation wiederholen und als grössere oder kleinere Sedimentationszyklen aufzufassen sind. Die lithologische Variation ist darin eine beschränkte und bewegt sich in den gleichen Grenzen wie bei den horizontalen Faziesveränderungen der betreffenden Stufe.

Zyklisch gegliederte Schichtreihen treten besonders als Typus der normalen Sedimentation im Bereich alter Transgressions- oder Epikontinentalmeere auf. In vielen Fällen lassen sich innerhalb eines solchen Zyklus drei Phasen unterscheiden: Transgressions-, Inundations- und Regressionsphase, die bis zur Trockenlegung (Emersion) führen kann.

In den Geosynklinalen und orogenetischen Zonen überhaupt erfahren die Sedimentationszyklen Störungen und werden schliesslich ganz verwischt. Sie verschwinden nicht nur in den bathyalen Massen einer Synklinale, sondern auch in Ablagerungen, die wie z. B. Flysch und Teile der Schistes lustrés zwischen sog. bathyaler und neritischer Fazies herumzupendeln scheinen. Die Störung kann aber auch auf groben Einstreuungen beruhen, die sich den normalen Sedimenten beimengen. Die erste Art der Störung kann nach den heutigen Vorstellungen einer Geosynklinale, die zweite einer Geantiklinale zugewiesen werden.

Die lange Dauer gleichartiger Störungen der normalen Sedimentation ruft der Vorstellung lang andauernder störender Ursachen, d. h. in diesem Falle kontinuierlichen Deformationen als Vorläufer eigentlich gebirgsbildender Bewegungen.

Unabhängig von den Tiefenverhältnissen können darnach folgende Typen der Sedimentation unterschieden werden:

1. Epirogene Sedimentation, in Epikontinentalmeeren. Klastisches Material stammt vom Festland (Kontinentalblock). Zyklische Gliederung ist die Regel.

2. Orogene Sedimentation, in Geosynklinal- und Geantiklinal-

regionen. Klastisches Material stammt vom werdenden Gebirge. Zyklische Gliederung der Sedimente wird mehr und mehr verwischt.

3. Thalattogene Sedimentation (chemische und organogene Absätze liefernd), die keinen Gegensatz zu 1 und 2 bildet, vielmehr damit in mannigfaltigster Weise verflochten ist. Dabei bleibt es gleichgültig, woher die gelösten, jetzt ausgeschiedenen Stoffe stammen.

Den Schluss, orogene Sedimentation finde sich in orogenetischen Zonen (Geosyn- und Antiklinalen), darf man nicht auf alle Geosynklinalen im Sinne Haugs ausdehnen. Es gibt ausgedehnte sog. Geosynklinalräume mit mehr oder weniger intensivem Relief, die, wie z. B. die ostalpine Trias, zyklische Schichtreihen enthalten.

An diese Zusammenfassung kann noch ein Gesichtspunkt angeschlossen werden, der von Grabau (13) besonders hervorgehoben worden ist:

In der Transgressionsphase kommt das eingeschwemmte Material der Bewegung des Strandes entgegen, in der Regressionsphase bewegen sich beide gleichsinnig. Dieser Satz gilt in dieser Allgemeinheit nur für die epigorene Sedimentation. Anders verhält es sich bei orogenen Ablagerungen und ihrer Wanderung. Um dieser Frage näher treten zu können, müssen wir weiter ausholen.

4.

Die Untersuchungen und Deduktionen von Haug, Argand, R. Staub und anderen haben gelehrt, dass im Querprofil der Zentralalpen eine Anzahl Geosynklinal- und Antiklinalwellen miteinander abgewechselt haben.

Die wichtigsten Antiklinalen waren schon im Jungpalaeozoikum angedeutet und wuchsen durch Übertreibung ihrer Formen zu Decken aus (Bernhard-, Dent Blanche-, unterostalpine Decken). Die Anwendung und Gültigkeit dieser Anschauung für die ostalpinen Decken bedarf im einzelnen noch einer genauen Prüfung.

Andere Decken — sie sind in der Regel jüngeren Datums — entstanden aus den Tiefen der Synklinalen (z. B. die Mte. Rosa-Decke).

Die Umbildung und Vortreibung der Geantiklinalen in Form von Decken war ein fortschreitender, in Phasen gegliederter, auf lange Zeiträume verteilter Prozess. Im Tertiär erfolgte die stärkste Bewegung, der tektonische Paroxismus.

Diese ungemein fruchtbare Anschauung präzisiert und krönt die alte Idee, dass die jungen Kettengebirge im Mesozoikum eine Geosynklinalphase durchgemacht haben. Die Wellengliederung der orogenetischen Zone findet ihre Übertreibung und Verzerrung in den tektonischen Schlussformen; sie erscheint wie ein Embryonalgebilde gegenüber dem ausgewachsenen Gebirge. Eine Menge von Rück- und Analogieschlüssen aus den Faziesverhältnissen haben die Errichtung und den weitern Ausbau dieses Ideengebäudes ermöglicht, in dem die Tatsachen ohne Zwang einlogiert werden können.

Geosynklinalen und Antiklinalen lassen sich direkt mit den Inselkränzen und den sie begleitenden Vortiefen und Tiefseegräben vergleichen. Suess, Haug, Horn (16), Argand (3) und Brouwer (7) haben diesen Vergleich gemacht und die Übereinstimmung gezeigt. Inselkranz und Vortiefe gehören zusammen wie Gewölbe und Mulde. Beide sind nicht starr, sondern in Umbildung und Bewegung begriffen. Der Inselbogen rückt gegen die Vortiefe und sucht sie zu verdrängen.

Die Geantiklinale entspricht dem Inselkranz. Hier herrscht festländische Abtragung. Von den Erosionsborden können grobe und gröbste Einstreuungen dem Meere überliefert werden.

Der Steilabfall zur Vortiefe ist die Heimat der grobklastischen orogenen Fazies mit ihren Konglomeraten, Breccien und Abrutschungen. Beständig erneuert sich die Steilböschung infolge Vortriebs des Inselbogens und damit auch die orogene Sedimentation. Die rasche und mächtige Zufuhr von Material überwältigt die Tiefencharaktere in den Sedimenten.

Der Boden der Vortiefe beherbergt die bathyale orogene Fazies. Ist sie breit und offen und ein eigentliches Tiefmeer, so kann sich der Einfluss des Inselbogens verlieren. Die normale tiefmeerische Sedimentation stellt sich ein.

Schreitet der Inselbogen nicht gegen den freien Ozean vor, so ist die Aussenseite der Vortiefe von einem Vorland begrenzt, einem Schelfmeer mit epirogener Sedimentation. Geht die Bewegung weiter, so wird die Vortiefe zwischen Inselkranz und Vorland eingeengt und verdrängt durch tektonische und sedimentäre Auffüllung. Schliesslich strandet der Inselbogen am Festlandsklotz und der tektonische Bildungsprozess ist abgeschlossen oder das Vorland knickt unter Bildung neuer Vortiefen immer wieder ein, der Last und dem Andrang der zur Decke gewordenen Erdwelle nachgebend.

Die beiden konzentrisch gebogenen Inselkränze von Timor-Tenimber-Ceram und Flores-Wetter-Banda Inseln-Api, welche die Bandasee umgeben und mit ihren Vortiefen versehen gegen die Kontinentalränder und Schelfe von Australien und Neu-Guinea geschoben werden, zeigen die grösste Übereinstimmung mit den für die Westalpen gewonnenen Vorstellungen. So mögen nach den Arbeiten von Argand (3) und Brouwer (7) die Westalpen zu gewissen Zeiten im Mesozoikum ausgesehen haben. Diese Feststellung ist nach zwei Richtungen wichtig, die von den genannten Autoren, ferner vor allem auch von Horn (16) weitgehend gewürdigt wurden. Einmal zeigt sich uns hier tatsächlich ein in Bildung begriffener Ketten- und Deckenbogen, dessen jugendliche und fortschreitende Bewegungen zweifellos feststehen, und ferner festigt sich im Anblick dieser Formen die Vorstellung von der allmählichen, über Perioden der Erdgeschichte verteilten Entwicklung der Gebirgsbogen, mit andern Worten einer kontinuierlichen Deformation. Die Ketten der Bandasee veranschaulichen die Geosynklinalphase, die Alpen das Schlußstadium.

Zwei Arten von Krustenbewegungen können sich eines solchen Systems während seiner Entwicklung bemächtigen:

1. Allgemeine epirogenetische Bewegungen oder verwandte Vorgänge, die ein relatives oder absolutes Steigen und Sinken des Wasserstandes zur Folge haben und eine Hauptursache für grössere Sedimentationszyklen im Vorlandsschelf, wie in der orogenetischen Zone sind. Es wäre falsch, die Geosynklinalen von solchen Bewegungen auszunehmen. Das Vorhandensein vieler zyklisch gegliederter Schichtreihen in Geosynklinalen und das Eintreten der grössten Zyklen selbst in die orogene Fazies zwingt zu diesem Schluss. Argand lässt die Zeiten der Senkungen mit einem Nachlassen der tangentialen Pressung zusammenfallen. Mir scheint dieser Zusammenhang nicht in allen Fällen notwendig bestehen zu müssen, besonders dann nicht, wenn z. B. wie in der Trias Transgressionen, Fazies und Zyklengliederung in der orogenetischen Zone wie im Vorland miteinander übereinstimmen und nur in den orogen am stärksten gestörten Streifen eine Modifikation erfahren.

2. Differenzierte Bewegungen von Rücken und Vortiefe resp. Vorland, entsprechend einer stärkeren Deformation der Falten infolge tangentialen Schubes, = orogenetische Bewegungen, die eine stärkere Ausprägung der orogenen Fazies im Gefolge haben. Transgressionen und Regressionen in der orogenetischen Zone und im Vorlande stimmen zeitlich nicht miteinander, sind vielmehr meist in ihr Gegenteil verkehrt (Gesetz von Haug).

Diese Überlegungen drängen sich auf angesichts der ungeheuren Komplikationen in den Schichtreihen der Gebirge und geben vielleicht eine Handhabe, um die Ausnahmen vom Haugschen Gesetz erklären zu helfen.

Wie schon oben bei der Erwähnung der Bertrandschen Ideen ausgeführt wurde, besitzt auch die orogene Sedimentation ihre allerdings weit umfassenden Zyklen, die mit den grossen erdgeschichtlichen Deformations- und Abtragungszeiten übereinstimmen. Die Bandasee veranschaulicht uns ein Gebirge in der Inundations-, die Alpen ein solches in der Regressionsphase.

5.

So verlockend es wäre, diese Überlegungen unter Berücksichtigung und Vergleichung des Vulkanismus weiter zu spinnen und nach dem trefflichen Ausspruch von Argand: „L'esprit se plaît à ranimer ces choses évanouies“ (3, p. 180) zu weitern Schlüssen zu gelangen, muss nochmals zu einem konkreten Beispiel zurückgekehrt werden, an dem die Wanderung und schliessliche Verdrängung einer Vortiefe abgelesen werden kann, nämlich zur wohlbekannten helvetischen Zone, mit der aus leicht begreiflichen Gründen schon wiederholt in diesen Zeilen operiert wurde.

Das Gastern-Erstfelder-, wie auch das Aarmassiv waren am Ende der palaeozoischen Aera durch festländische Abtragung aus Gebirgen zu Rumpfebenen erniedrigt worden. Die Triastransgression bemächtigte sich sukzessive des Festlandes und hinterliess vor allem den Rötidolomit als Vertreter des Muschelkalks. Stellen, wo die Trias zwischen Kristallin und Lias resp. Dogger fehlt, sind, soweit sie überhaupt heute erhalten sind, wohl nicht als primäre Lücken zu erklären, sondern deuten eher Regionen an, wo die Triasschichten bald nach ihrem Absatz wieder abgetragen wurden. Mochte auch der Untergrund noch uneben gewesen sein, die allgemeine Senkung ermöglichte schliesslich dem Meere, fast überall hinzugelangen und Schwellen und Tiefen im allgemeinen gleichmässig zu überfluten. Konglomeratischen Rötidolomit in einer deutlichen Transgressionsfazies kennt man nicht. Die echten Transgressionssedimente gehören dem Buntsandstein an, der Rötidolomit macht die Inundationsphase des Triaszyklus genau mit. Der Keuper ist regressiv, entsprechend dem der germanischen Fazies, und fehlt häufig ganz.

Schon im Lias beginnt sich das Helveticum zum erstenmal gründlich zu differenzieren. Das ganze Erstfeldermassiv lag, soviel wir bis jetzt wissen, trocken. Massiveinwärts fehlt nicht nur der Lias, sondern auch das Aalénien. In den untern helvetischen Decken der Ostschweiz fehlt der Lias immer noch. Er erscheint erst und zwar plötzlich in der Axenkette von Braunwald, am Walensee, bei Engelberg. Eine Ausnahme bildet das Toarcien von Vättis am Ostende des wieder auftauchenden Aarmassivs. Der von B. G. Escher am Tödi (Sandalp) verzeichnete Lias bedarf einer Revision.

Anders waren die Verhältnisse am Westende der beiden Massive. Das Gasterenmassiv scheint fast völlig frei von Lias zu sein, er erscheint dagegen in grosser Mächtigkeit und gut gegliedert in der Verlängerung des Aarmassivscheitels in der Gruppe des Torrenthorn und ist von dort aus auch in die Doldenhorndecke übergegangen (Lugeon, 19). Swiderski (26) berichtet, dass in der Verlängerung der Massivaxe südwestlich des Bietschhorns eine neue Antiklinale mit stark neritischer und reduzierter Schichtreihe auftrete. Lias und Dogger sind hier reich an Einschwemmungen von Sand und Rötidolomit, deren Heimat das Aarmassiv gewesen sein muss.

Auch im Lias von Engelberg und der Urirotstockgruppe sind Quarz und Dolomit als Sand und Gerölle reichlich vertreten. Das Gleiche gilt auch für den Dogger, der wie der Lias in verschiedenen Niveaux Dolomitbreccien enthält. Im allgemeinen nehmen die Dolomiteinschwemmungen gegen Süden ab; ihre Heimat ist demnach im Norden, d. h. im Aarmassiv zu suchen.

Die nördliche Abgrenzung der kontinuierlichen Liasablagerungen verläuft offenbar nicht parallel mit den Deckengrenzen. Sie bleibt im Osten weiter alpeneinwärts zurück und schiebt sich im Westen immer weiter nach Norden vor. Ob diese Grenzlinie die primäre Verbreitung des Lias angibt, ist nicht absolut sicher, aber doch sehr wahrscheinlich. Dass Liasgesteine in transgredierenden Aalénienschichten als Gerölle enthalten wären, ist mir nicht bekannt.

Nun erhebt sich die Frage, ob die genannte Sedimentation des Lias mit seinen Sandsteinen und Breccien eine epirogene oder orogene genannt werden soll. Die Antwort hängt davon ab, ob man die damalige Aufragung des schuttliefernden Aarmassivs als eine Geantiklinale auffassen kann, hervorgegangen aus dem Wiederaufleben der palaeozoischen Gebirgsbildung, oder ob man es vorzieht, an eine kontinentale Hebung mit verhältnismässig steilem Südabfall zu denken. Eine dieser Aufragung nördlich vorgelagerte Vortiefe ist wegen der Überlagerung durch Decken und Molasse verborgen. Keinerlei Andeutungen für ihre Existenz sind zu finden. Der Südrand der „Aufragung“ läuft, und das scheint das Wesentlichste zu sein, weder mit den herzynischen noch mit den alpinen Falten und Decken parallel. Die Einschwemmungen stammten grösstenteils wohl von Norden. Schon im Dogger verschwindet der Festlandssaum, und die Schichtreihe wird auf längere Zeit lückenlos. Verbreitung und Fazies des helvetischen Lias lassen zwar auf beträchtliche Deformationen des aarmassivischen Untergrundes im Lias schliessen, entsprechend der Bildung der grossen Geantiklinalrücken der penninischen Zone. Nach dem Gesagten wäre es aber trotz der an orogene Fazies stark erinnernden Sedimentation nicht richtig, im nördlichen Aarmassiv und Erstfeldermassiv eine echte Geantiklinale des Lias anzunehmen. Viel wahrscheinlicher ist es, dass der in der Trias noch gleichförmige Raum des Massivs und seiner südlich anschliessenden Zone bei des Ausbildung der Walliser Geosynklinale, die hauptsächlich in diese Zeit fällt, weit gegen Norden einknickte und als ein Stück der von der Geosynklinale ergriffenen, abgebogenen Vorlandes gedeutet werden muss. Damit ist ein orogener Einfluss zugegeben, aber trotzdem kann die Sedimentation epirogen genannt werden, da viel Material vom Vorland stammt und am Geosynklinalrand zur Ablagerung gelangte. Die Gliederung in einen, zwei oder mehr Zyklen ist überall erkennbar, zum Unterschied gegenüber der penninischen Zone, wo lithologisch ähnliche, ja oft identische Sedimente in trostloser Monotonie ohne geordnete Sukzessionen entstanden. Eine scharfe Grenze zwischen epiro- und orogenen Sedimenten, zwischen Material, das von Norden oder von Süden stammt, existiert nicht.

Das Aalénien besitzt mit seinem Eisensandstein einen ausgesprochenen Stufencharakter. Woher der feine Sand und die beigemengten Glimmerschüppchen stammen, die allenthalben mit einem eisenschüssigen (eisensilikathaltigen) Bindemittel zum Absatz gelangten, ist unbekannt. Nur das nördlichste Erstfeldermassiv, nördlich des Windgällerückens, dann wieder zum Teil die Mürtschendecke besitzen keinen Eisensandstein. Bei der fast allgemeinen Überflutung des Vorlandes sucht man die Heimat dieser grossen feinkörnigen Sandmassen eher im Süden.

Die Gesteine des Bajocien lassen auf Ablagerung in einem gegen Süden sich vertiefenden Meer vom Charakter eines vorwiegend der neritischen Region angehörenden Schelfes schliessen, vor allem die Echinodermenbreccien. Auch noch im Bajocien müssen aarmassivische Inseln vorhanden gewesen sein. Sicher erkennbar ist der Inselfelsen des Windgälleporphyrs, der noch seine marinen Gerölle lieferte. Auf nahe Inseln lässt auch der Reichtum des Bajociens an Dolomitkörnern z. B. bei Innertkirchen schliessen. Bevor die Versenkung in tiefere Räume eintrat, kam es vorübergehend zu Regressionen, die das Fehlen des Bathonien oder des Callovien, ferner des Oxford und Bildung von lokalen Konglomeraten (Urirotstockgruppe) verursachten.

Der unruhigen Zeit des Lias und Dogger folgten im Malm und in der Kreide Perioden, wo orogene Einflüsse im Helveticum nicht mehr nachzuweisen sind. Es waren Zeiten der Ruhe und allgemeiner Meeresbedeckung. Der Aufbau durch normale Sedimentation dominierte.

Der Malm enthält nirgends epirogenes Material von gröberem Korn. Das ganze Vorlandsmeer zeigte weit und breit keine Inseln. Der Malmkalk ist der Typus eines thalattogenen Produktes. In welcher Weise sich das Malmmeer südwärts gegen die penninische Zone fortsetzte, darüber ist wenig Bestimmtes bekannt. Andeutungen von Gsell (14) lassen vermuten, dass er einen Übergang des Malm in die Fazies der Bündnerschiefer nicht für unmöglich hält.

Trotz des bathyalen Charakters verschiedener Sedimente (z. B. Malmkalk, Berriasien) besass die helvetische Zone auch in Malm und Kreide die Eigenschaften eines Epikontinentalmeers, das sich gegen Süden vertiefte. Die zyklische Gliederung ist die gleiche wie im Juragebirge, mit Ausnahme der Wende von Jura und Kreide, wo vorübergehend eine differenzierte Bewegung eintrat.

Um die Wende von unterer und oberer Kreide begann die Überschiebung der fernsten ostalpinen Decken. Gebirgsbildung, Regression des Meeres und diskordante Auflagerung von Konglomeraten etc. war die Folge. Von diesen Vorgängen ist im Helveticum noch gar nichts zu spüren. Das Meer wurde tiefer (Turon-Senon), ohne zunächst orogene Fazies anzunehmen.

Erst an der Wende von Kreide und Tertiär wurde es auch hier lebendig. Das Vorland stieg zunächst allenthalben und wurde zum „Bohnerzfestland“, das bis in die Alpen reichte. Nur im Südsaum des Helveticums und in der ersten Geosynklinale hat sich das Meer kontinuierlich gehalten und Absätze hinterlassen, die einer Aufteilung in Kreide und Eogen widerstreben. Dass hier das Paleozän überall fehlen soll, ist eine kaum haltbare Annahme. Hier erscheint auch zuerst die orogene Fazies mit Wildflysch und zeigt, dass dieser Meeresstreifen zur eingeengten Vortiefe der grossen Deckenwellen geworden ist. Dann, vom Mitteleozän an, kam das Meer aus Südosten angerückt und erreichte das Ostende des Aarmassivs, das noch flach in der Tiefe lag, im Lutétien. Im Auversien gelangte es bis zur Windgälle, im Bartonien (Priabonien) stiess es noch weiter vor; seine Nordgrenze liegt unter den Decken begraben, ebenso die wohl noch weiter vorgeschobene Uferlinie des Oligocänmeeres. Erst jetzt bildete sich der überall gleich aussehende Altdorfer Sandstein und Dachschiefer und der Taveyannazsandstein. Damit hörte die Sedimentation im inneralpinen Helveticum auf und die Deckenschübe begannen.

Ein Sammelprofil durch das Tertiär der Titliskette zeigt folgende Verhältnisse:

1. Malmkalk und Valangien (letzteres nur lokal). Die übrigen Kreideschichten abgetragen vor Ablagerung der

2. Siderolithischen Bildungen (Bohnerz, Sandstein, Breccien).

3. Kohlen- und Brackwasserschichten der Gadmerflühe. Priabonien.

4. Mariner, nummulitenführender Sandstein des Priabonien, an den Wendenstöcken und Gadmerflühen mit zweimaliger, mächtiger, gegen Süden fallender Deltaschichtung. Gesamtmächtigkeit 60—80 m, schiefgeschichtete Partien vertikal 30 m mächtig. Dadurch ist die Ablagerung des Sandes an einer gegen Süden abfallenden Böschung erwiesen. Die Transgressionswelle kam von Süden, der Sand in letzter Instanz von Norden. Seine eigentliche Heimat ist unbekannt. Die Verschiebung des Strandes und die Bewegung des klastischen Materials waren gegeneinander gerichtet, wie bei normalen Transgressionen. Die Sedimentation war eine epirogene. Die ehemals weiter im Süden gelegenen Priabonien-sedimente werden zusehends ärmer an Sand und gehen in Globigerinenmergel über. Die Sandmassen der Titliskette hatten diesen Ablagerungsraum jedenfalls nicht durchschritten.

5. Globigerinenschiefer (Oberholzer, Arn. Heim), Priabonien. Vertiefung des Meeres mit vorübergehend unterbrochener Sandzufuhr.

6. Altdorfersandstein, oben in Konglomerat (Flüelen) übergehend, unten mit Taveyannazsandstein (Oligocaen). Mehrere 100 m. Die Sedimente stammen zweifellos von Süden unter sukzessiver Vergröberung des Kornes. Grosse Fossilarmut herrscht, die Ablagerung erfolgte rasch. Ohne Zweifel zeigt dieser Komplex orogene Vortiefenfazies. Die Vortiefe hat den Scheitel des nachmaligen Massivs überschritten.

7. Aufhören der Sedimentation; Beginn der tektonischen Akkumulation mit der Überschiebung des Wildflysches und seiner zugehörigen Unterlage aus dem Zentrum und Südrand der ehemaligen alttertiären Vortiefe.

Das helvetische Schelfmeer wurde also zuerst zum Teil trockengelegt (Eogen), dann transgredierte wohl unter fortschreitendem Einknicken des Untergrundes das Eozänmeer: Die zunächst noch epirogene Sedimentation (4) kippt bald in die orogene (6) um; an der Grenze tritt nach einer kurzfristigen bathyalen Phase (5) der Taveyannazsandstein auf, als ein ins Helveticum vorrückender Vertreter der Pietre verdi. Seine Herkunft ist, wie die der meisten Grüngesteine, unbekannt. Dass er nur den tiefern Decken und den Autochthonen eigen ist, rührt davon her, dass entsprechend junge Sedimente den höhern Decken fehlen. Damit begann die Vortiefensedimentation. Die Sedimente vergröbern sich, das Meer wird verdrängt. Die Wildflyschfazies vermochte nicht bis hieher vorzudringen, blieb vielmehr weiter im Süden zurück. Noch ehe sie bis zur Titliskette gelangen konnte, war das Meer und damit die Vortiefe verdrängt. Das Wildflysch erscheint dafür sofort per Schub mit der ersten Deckenwelle. Die Verschiebung der Fazieszonen der Vortiefe wurde von den Deckenschüben überholt. Der Andrang der Decken wurde immer mächtiger. Die helvetischen Sedimente selber, die so lange Ruhe hatten, wurden ergriffen und Decke um Decke überschoben. Schliesslich musste selbst der solide autochthone Untergrund weichen, und widerwillig bäumte er sich als Aarmassiv zu seiner heutigen Höhe empor.

Mit dem Beginn der Überschiebung des Wildflysches und der helvetischen Decken war das Meer aus den Schweizeralpen vertrieben. Die Vortiefe und ihre Sedimentation musste mit einem Rucke weiterfliehen, nämlich ins Molassevorland hinaus. Das Molassebecken ist die Vortiefe der miozänen Alpen. Aber auch hier hatte es keine Ruhe. Orogene Sedimente von den Alpen her und epirogene vom Schwarzwald (Juranagelfluh) füllten es immer wieder aus. Im untern Vindobon wurde es bis weit in den Jura hinaus, dessen Schichten noch flach lagen, vertrieben, und gleichzeitig strahlten grobe orogene Einschwemmungen bis Delsberg aus. Heim hat in seiner Geologie der Schweiz die Verlegung der Meeresrinne im Molasseland in allen Einzelheiten verfolgt. Aber nicht nur durch bald marine, bald lacustre Sedimentation wurde die Vortiefe weiter eingeengt. Schliesslich wurde sie durch letzte starke Schübe gleichzeitig mit dem Juragebirge und den helvetischen Decken gefaltet und zusammengedrängt. Juraregion und Molasseland wurden voneinander abgegliedert. Damit strandeten die Faltenwellen am äussersten Vorland, und zur Bildung einer neuen durchgehenden Vortiefe kam es nicht mehr. Als letzter Anlauf zur Regeneration der Vortiefe am Südfuss des Schwarzwaldes sind vielleicht die von Braun entdeckten Einsenkungen längs des Rheintales anzusehen. Rheintalgraben und Saône-Niederung wirkten als Breschen im Vorland, ohne als eigentliche junge Vortiefen gelten zu können.

Die Sedimentation in der Molassevortiefe hatte ausgesprochen orogenen Charakter. Die grosse Mächtigkeit ruft der Vorstellung einer mit der Ablagerung Schritt haltenden Senkung. Über die Tiefenverhältnisse der bald brackischen, bald marinen, bald lacustren Becken hat man keine rechte Ahnung. Im allgemeinen war wohl die Tiefe gering. Zyklische Gliederung ist durch die marine Ingression im Burdigalien angedeutet, führte aber zu keiner gesetzmässigen Sukzession. Die Fossilarmut vieler Schichten erschwert überdies die Stratigraphie. Die orogene Sedimentation scheint hier nicht bloss alle Merkmale wechselnder Wassertiefe, sondern auch die Einflüsse selbst des Milieus zu verwischen; so ist es bekanntlich oft unmöglich zu sagen, welche Sedimente marin, welche brackisch und welche limnisch sind.

So lernten wir der Reihe nach die orogenetische Sedimentation kennen in der Geosynklinal- oder Inundationsphase, in der Vortiefenphase (beginnende Regression, Wildflysch etc.) und in der Regressions-, man könnte sie auch Verlandungsphase nennen. Die erstgenannte fällt in die Zeit der quasi embryonalen Entwicklung des Gebirges, die beiden letzten in die des Paroxismus der Deformation. In allen Phasen überwiegen die spezifischen Merkmale der orogen gestörten Sedimentation über die Einflüsse der Tiefe und den lithologischen Stufencharakter. Stets sind Fossilien selten, und eine zyklische Gliederung lässt sich meistens nicht durchführen. In der Molasse wird sogar der Unterschied zwischen marin und festländisch verwischt.

Mit dem Wachstum des alpinen Deckengebäudes sahen wir am Beispiel der helvetischen Zone die erste alpine Vortiefe gegen das Vorland wandern. Die orogene Fazies erschien hier zuerst im Eogen, und unmittelbar nachher wurde auch diese Zone von der tektonischen Umwälzung ergriffen. Vorher hatte sie den Charakter eines Schelfmeeres mit Abfall gegen Süden. Die helvetischen Decken zeigten, weil sie aufgefalteter Vorlandsschelf sind, keine embryonale Phase im Mesozoikum, zum Unterschied der Hauptwellen des penninischen Bogens. Auch aus diesem Merkmal darf wohl auf die Passivität und geringe Tiefgründigkeit der „Helvetiden“ geschlossen werden.

Mit der Vortiefe wanderte auch die orogene Sedimentation, vergleichbar einer Transgression, was ihr Übergreifen und Vorrücken anbelangt, aber in ihrem Charakter trotz des Vorrückens einer Regression entsprechend, da das Meer schliesslich seichter und am Ende ganz verdrängt wurde. Dieses Wandern wurde im Eogen der helvetischen Zone durch eine echte Transgression mit epirogenen Sedimenten eingeleitet, der dann sofort die orogene folgte. Wie bei einer gewöhnlichen Regression marschierte die Strandlinie in gleichem Sinne, wie der Sedimentstrom, aber wie bei einer Transgression greifen die Ablagerungen vom Stammeere aus festlandwärts über. Ein solcher Vorgang ist den normalen Epikontinental-Zyklen vollständig fremd.

Mit diesen Feststellungen, die sich soweit wie nur möglich an beobachtete Tatsachen angeschlossen haben, möge unser Versuch zu einer Gliederung der Sedimentationsvorgänge und zur Deutung ihrer Zusammenhänge mit der Gebirgsbildung abschliessen. Auf die tieferen Ursachen der geschilderten Erscheinungen zyklischer Sedimentation und periodisch wiederkehrender Gebirgsbildung einzugehen, wäre gleichbedeutend mit der Aufrollung aller Grundfragen des geologischen Geschehens. So weit auszuholen erlaubt der Rahmen dieser Skizze nicht, und ich wage auch nicht weiterzugehen. Unser verehrter Meister Albert Heim, dem diese Zeilen gewidmet sind, möge nachsichtig über die Unvollkommenheiten und Lücken dieses Versuches hinwegsehen.

Zitierte Literatur.

1. K. Andrée. Wesen und Ursachen der Schichtung. Geolog. Rundschau VI, p. 351—397, 1916.
2. P. Arbenz. Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. Mitt. d. Naturf. Ges. Bern, Protokoll v. 23. März 1918.
3. E. Argand. Sur l'arc des Alpes occidentales. Eclogae geol. Helv. XIV p. 145—191, 1916.
4. P. Beck. Die Niesen-Habkerndecke . . . Eclogae geol. Helv., XII. p. 65—151, 1912.
5. M. Bertrand. Structure des Alpes françaises et récurrence de certains faciès sédimentaires. C. R. Congr. géol. internat. Zurich 1894, p. 163—177.
6. Th. Brandes. Die faziellen Verhältnisse des Lias zwischen Harz und Eggegebirge mit einer Revision seiner Gliederung. Neues Jahrbuch f. Min. etc., Beil.-Bd. 33., p. 325—508. 1912.
7. E. Brouwer. Über Gebirgsbildung in den Molukken. Geol. Rundschau VIII. p. 197—209, 1917, und zahlreiche andere Arbeiten.
8. L. W. Collet. Les Hautes Alpes calcaires entre Arve et Rhône. Mém. Soc. phys. et d'hist. nat. Genève, 36 (fasc. 4) 1910; speziell p. 474—475.
9. J. Boussac. Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. Mém. pour serv. à l'explic. Carte géol. de la France, 1912.
10. E. Dacqué. Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. 1915 (p. 240ff., Sedimentationszyklen Lit.).

11. E. H. Day. Proc. Lyceum Nat. Hist. City of New York, 2. ser. 1874, p. 124—125.
12. E. Gagnebin. La tectonique des Pléiades et le problème du „Wildflysch“. Bull. Soc. vaud. Sc. nat., Proc.-verb. 4 avril 1917.
13. Am. W. Grabau. Types of sedimentary overlap. Bull. Geol. Soc. America XVII, p. 567—636, 1906.
14. R. Gsell. Beiträge zur Kenntnis der Schuttmassen im Vorderrheintal. Jahresber. d. Naturf. Ges. Graubündens LVIII, p. 1—76 (besonders p. 46—47), 1918.
15. Alb. Heim. Einige Gedanken über Schichtung. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich 54, p. 330—342, 1909.
16. E. Horn. Über die geologische Bedeutung der Tiefseegräben. Geol. Rundschau V, p. 422—448, 1914.
17. W. Klüpfel. Zur Kenntnis des Lothringer Bathonien. Geol. Rundschau VII, p. 1—29, 1916.
18. — Über Sedimente der Flachsee im Lothringer Jura. Geol. Rundschau VII, p. 97—109, 1916.
19. M. Lugeon. Deuxième communication préliminaire sur la géographie de la région comprise entre le Sanetsch et la Kander (Valais-Berne). Eclogae geol. Helv. VIII, p. 421—433, 1905.
20. — Sur l'origine des blocs exotiques du Flysch préalpin. Eclogae geol. Helv. XIV, p. 217—219, 1916.
21. J. S. Newberry. On circles of deposition in secondary sedimentary rocks, American and foreign. Proc. Lyceum Nat. Hist. City of New York, 2. ser., No. 4, p. 122—124, 1874.
22. — Circles of deposition in American sedimentary rocks. Proc. American Ass. advanc. of science XXII (Portland 1873), part II, p. 185—196. 1874.
23. L. Rollier. Les faciès du Dogger ou Oolithique dans le Jura et les régions voisines. Zurich 1911.
24. T. Sterry Hunt. Remarks on Prof. Newberrys paper on „Circles of deposition“, etc. Proc. American Ass. advanc. of science XXII (Portland 1873). part II, p. 196—198, 1874.
25. E. Suess. Das Antlitz der Erde. (Sedimentationszyklen: Bd. II, p. 277, Bd. I, p. 16, 22).
26. B. Swiderski. Sur les faciès de la couverture sédimentaire de la partie occidentale du massif de l'Aar. Bull. Soc. vaud. sc. nat., Proc.-verb. 19 déc. 1917.
27. Wurtz. Proc. Lyceum Nat. Hist. City of New York, 2. ser. 1874, p. 124.

Die Stellung der Geologie zur heutigen paläolithischen Höhlenforschung.[1]

Von

EMIL BÄCHLER (St. Gallen).

(Als Manuskript eingegangen am 3. Dezember 1918.)

Seit den Tagen eines Bouchers de Perthes, Schmerling, Ed. Lartet, Henry Christy, Ed. Piette, Gabriel de Mortillet, Dupont, Prestwich, O. Fraas und so vieler anderer hat die Höhlenforschung in Europa, soweit sie sich namentlich mit den Fragen einer im Höhlenschuttboden begrabenen, ausgestorbenen Tier- und Menschenwelt beschäftigte, besonders in den letzten Jahrzehnten einen ungeahnten Umfang erreicht. Längst schon war die Furcht vor dem Unbekannten und Übernatürlichen, das nach der Volksmeinung in den unterirdischen Gemächern der festen Erdrinde spukte, verschwunden; auch die noch von unserem Gessner gehegte Idee der spezifischen Heilwirkung der Knochenreste von Bären, Elefanten (ébur fossile) usw., um derentwillen so manche Höhlen bereits in früheren Jahrhunderten unverdient zu Berühmtheit gelangten, hatte andern Anschauungen Platz gemacht.

---

[1] Vorbemerkung. Die vorliegende kleine Arbeit, die ich als Skizze gedeutet haben möchte, ist dem Wunsche entsprungen, der schweizerischen prähistorischen Erforschung des Paläolithikums die vermehrte Aufmerksamkeit und Mithilfe der geologischen Wissenschaft zuzuführen. Unser kleines Land birgt noch eine Menge ungehobener Schätze aus der ältesten menschlichen Urzeit in Höhlen und Abris sous roches. Durch ein gemeinsames tatkräftiges und freudiges Zusammenwirken einer Reihe naturwissenschaftlicher Disziplinen mit der heimatlichen Urgeschichte können der letzteren diejenigen Vollwerte verschafft werden, die ihr gebühren, als einer Wissenschaft, die es als eine Hauptaufgabe erachten muss, in die rätselhaften und verwickelten Pläne der Menschheitsentwicklung Licht zu tragen. Ein grosser Teil meiner Ausführungen entstammt der von mir im Manuskripte bereits fertig erstellten „Methodologie der modernen prähistorischen Forschungen", die im geeigneten Zeitpunkt dem Druck übergeben werden soll. Ich hoffe, dass es mir gelingen möchte, eine stattliche Reihe schweizerischer Geologen dazu bestimmen zu können, dass sie bei prähistorischen Forschungen in unserem Lande ihre wegleitende Mithilfe in geologischen Dingen als eine freudige Pflicht im Interesse der vaterländischen Wissenschaft erachten. Da ich weiss, wie ausserordentlich zerstreut nur die Literatur der diluvialchronologischen Untersuchungen allein ist, habe ich absichtlich dieser kleinen Schrift ein möglichst vollständiges Verzeichnis, soweit es für den Geologen von Wert ist, beigegeben. E. B.

Allein, wenn selbst im Laufe der „aufgeklärten“ Epoche mancherlei Höhlenforschung neben der Suche nach dem paläontologischen und prähistorisch-menschlichen Inhalte des Höhlenschuttes betrieben wurde, wie die Ergründung der topographischen, physikalischen, geologischen, meteorologischen, hydrologischen und biologischen Verhältnisse, nebst intensiven Spekulationen über Entstehung und Alter der Höhlenräume, so sind wir heute doch noch weit davon entfernt, eine zureichende, auf wissenschaftlicher Grundlage beruhende Spelaeologie zu besitzen. Mit vollem Rechte bemerkt auch Knebel (1), dem wir die neueste „Höhlenkunde“ verdanken: „Die Höhlenkunde stellte bisher noch einen Zweig der Forschung dar, in welchem man über eine Fülle unerörterter und ungelöster Probleme gleichsam zur Tagesordnung geschritten ist.“

Trotzdem die Höhlenkunde an und für sich ein spezifisch geographisch-geologisches Problem darstellt, so fällt es auf, dass selbst umfangreichere Lehr- und Handbücher der Geologie dieses Gebiet am kärglichsten behandeln. Merkwürdigerweise finden wir auch in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz über das Vorkommen von Höhlen, über ihre Verteilung im Gebiete und die Phänomena ihrer Bildung in den einzelnen Schichtgliedern usw. nur sehr spärliche Angaben, wie denn selbst der topographische Atlas der Schweiz nur die grössten und im Volke bekanntesten Höhlen verzeichnet und dabei die grosse Zahl der Felsschutzdächer („abris sous roches“) völlig übergeht. Der Höhlenforscher, besonders jener, der sich mit prähistorisch-archäologischen Untersuchungen beschäftigt, ist daher gezwungen, sich eine eigene Höhlen- und Abris-Karte anzufertigen, sobald er in irgend einem Gebiete eine systematische Bearbeitung der für paläontologisch-prähistorische Dinge in Betracht fallenden Objekte durchführen will. Zu einer solchen systematischen Durchsuchung derselben muss es aber kommen, wenn auf dem noch allzu brach liegenden Gebiete der prähistorischen Erforschung unseres Vaterlandes — insbesondere was das paläolithische Zeitalter anbetrifft — wirklich Erspriessliches geleistet werden soll (31).

Die rasche Folge der Entdeckungen von paläolithischen Stationen in andern Ländern, die Funde von Veyrier (1833) Villeneuve (1868), im Kesslerloch (1874), Schweizersbild (1891), Wildkirchli (1904), Cotencher (1916), bei Büsserach, Winznau (1905), Birstal, auf Schweizerboden sind genügende Hinweise darauf, dass auch unser Land viel mehr Fundmaterial für die Zeugnisse des altsteinzeitlichen Menschen besitzen muss. Stellt es sich endlich heraus, dass einige der altpaläolithischen Siedelungen wie Wildkirchli und Cotencher chronologisch dem letzten Interglazial (Riss-Würm) zugeteilt werden dürfen, so ergibt sich daraus die Wichtigkeit der Mitsprache der Geologie, insbesondere der Diluvialgeologie, wenn es sich darum handelt, die Altersstellung prähistorischer Ablagerungen mit hinreichender Sicherheit zu fixieren.

Gilt es auch als gesicherte Tatsache, dass die jüngste Stufe des älteren Paläolithikums, wie das Magdalénien und die Übergangskulturen des Tardénoisien und Azilien der Spät- und Postglazialzeit einzugliedern sind, so wächst dagegen die Schwierigkeit der Einordnung der menschlichen Funde der Diluvialzeit in das allgemeine geologische Schema der Glaziale und Interglaziale, sobald wir es mit den dem Magdalénien vorausgehenden vorgeschichtlichen Stufen des Solutréen, Aurignacien, Moustérien, Acheuléen, Chelléen und Praechelléen zu tun haben. Die Forderung aber, dass heute Diluvialgeologie und -Archäologie unbedingt im engsten Kontakte stehen müssen, um die Altersfragen prähistorischer und speziell alt- und mittelpaläolithischer Kulturstufen zu präzisieren, und dass aus ihrem einheitlichen Zusammenwirken die positiven Resultate herauszuschälen sind, an Hand derer sich die Leitlinien finden lassen für eine sichere Interpretation des Alters der Menschheit selbst (3), ist erst seit der geologisch-paläontologischen Chronologisierung der Eiszeiten durch Albrecht Penck mit besonderem Nachdruck hervorgehoben worden. Es ist das Verdienst Pencks, dass er selbst auch die Altersfrage der prähistorischen Kulturstätten aufgegriffen und sie in lebendige Diskussion gebracht hat (4).

Wie die Diluvialgeologen in allen Ländern, in denen die Spuren ehemaliger Vereisungen vorhanden sind, sich bemühten, das Penck-sche Glazialsystem ihren örtlichen Spezialuntersuchungen zu Grunde zu legen, so arbeitete die Prähistorie der beiden letzten Jahrzehnte unablässig am Ausbau der Formenkreise der paläolithischen Technik der sog. Typologie und an der Kenntnis der „Kulturperioden" der älteren Steinzeit (Chelléen, Acheuléen, Moustérien, Aurignacien, Solutréen und Magdalénien). Trotz der Erkenntnis, dass die Grundlage des Gabriel de Mortilletschen Systems im allgemeinen als gesichert zu betrachten sei, erwies es sich für die Prähistoriker doch für notwendig, selbst diese Hauptstufen des Paläolithikums wieder in eine Reihe von Unterabteilungen zu trennen. Von besonderem Werte erschien es aber auch, eine Parallelisierung der Typologie nach den verschiedenen Fundländern und Fundorten durchzuführen. Eine Zeit lang schien es sogar, als wollte die Diluvialprähistorie ihre eigenen Wege wandeln, da sie mit der rein prähistorischen Betrachtung der

Werkzeuge und Kunstgegenstände, mit der Technik der Herstellung und Verwendung derselben und mit der Aufeinanderfolge der Industrieperioden das Problem der Altersbestimmung der Funde als genügend gefestigt glaubte.

Allein auch auf dieser Seite drang doch mehr und mehr die Überzeugung durch, dass die Gleichartigkeit der prähistorischen Kulturstufen in den verschiedensten Ländern in einen bestimmten Einklang zu bringen sei mit den Ergebnissen der neuen diluvialen Chronologie, da die Ansiedelung des Paläolithikers und seine Verbreitung besonders auch von geologischen und klimatologischen Bedingungen abhängig gemacht war.

So sehen wir denn die Parallelisierung der paläolithischen Kulturstufen mit den quartärgeologischen Chronologieschemata bald in den Vordergrund des Interesses gerückt, wobei natürlich auch eine Übereinstimmung derselben für verschiedene Länder anzubahnen versucht wurde. Allein die Sache stellte sich als viel schwierigeres Problem heraus, als es anfänglich angenommen wurde. Rasch nach der Aufstellung des diluvialgeologischen Chronologiesystems von Penck machten sich Einsprachen gegen dasselbe, namentlich hinsichtlich der Zahl der Glaziale und Interglaziale geltend. Während die einen, wie Geikie in England, Mühlberg u. a in der Schweiz eine mehr denn viermalige Vereisung nachweisen zu können glaubten, so waren andere wie Boule, Paris (5), nur für eine Dreiteilung der Eiszeit. Noch andere, wie Deecke (6), für zwei Haupteiszeiten, und einzelne Uniglazialisten, wie Geinitz (7) und Aigner (8), sowie Holst in Schweden fassten die Eiszeit als einheitliches Phänomen auf. Immerhin hielt die Mehrzahl der Quartärgeologen am Penckschen System fest; ihnen folgten im Verein diejenigen Spezialisten, welche sich die Aufgabe gestellt hatten, nun auch die stratigraphisch-prähistorischen Ergebnisse und die archäologischen Fundtatsachen in das diluvialgeologische System Pencks einzupassen. Allein hier zeigten sich die Schwierigkeiten erst recht, ein für alle Länder gemeingültiges Chronologiesystem aufzubauen. Noch heute stehen wir mitten in der gewaltigen Diskussion um die Einordnung der paläolithischen Kulturen in die Abschnitte der Eiszeit.

Es würde zu weit führen, den Widerstreit der Meinungen, der leider nicht immer mit der nötigen Objektivität und persönlichen Leidenschaftslosigkeit geführt wurde, hier näher darzulegen; es mag genügen, der Forscher Erwähnung zu tun, welche auf dem Wege der geologisch-paläolithischen Praxis sich jene Erfahrungen gesammelt haben, die sie berechtigen, in der Chronologisierung des Alters des

Menschengeschlechtes mitzusprechen. Mit und nach Penck war es besonders Hugo Obermaier, der in verschiedensten Arbeiten (9) unter Zugrundelegung des Penckschen Systems auch die Parallelisierung der westeuropäischen Paläolithfunde mit jenen des Ostens durchführte, wobei er in späteren Publikationen (9f) die Fortschritte der Paläolithforschungen in seinem chronologischen System berücksichtigte. Auch Hoernes (10), der sich zwar fast ausschliesslich mit der archäologischen Betrachtung des diluvialen Menschen abgibt, versucht eine schematische Darstellung der alpinen Eiszeiten nach Penck mit hypothetischer Beifügung paläolithischer Stufennamen aus dem ausseralpinen Diluvium.

Die neueren Chronologien, die sich an die Namen Wiegers, Bayer, Schmidt, Koken und Menzel ketten, treten besonders auf die Phänomene der während der paläolithischen Aera eingetretenen Klimaschwankungen und der damit verbundenen geologischen Erscheinungen ein, namentlich der Bildung der Lehm- und Lössablagerungen, sowie der paläontologischen Einschlüsse in den Kulturschichten, soweit dieselben als wirkliche Klimazeiger in Berücksichtigung gezogen werden dürfen. Von besonderer Wichtigkeit ist die geologisch-archäologische Altersbestimmung des Löss, welcher im Verlaufe des letzten Dezenniums eine Reihe wichtiger paläolithischer Kulturstationen zutage fördern liess (am Rhein: Munzingen, Metternich und Rhens, Andernach, Achenheim, sowie in Niederösterreich (Wachaugebiet: Aggsbach, Willendorf, Krems etc.) und in Mähren und Böhmen. Bei der Unterscheidung eines älteren Löss vor Beginn der Riss-Eiszeit und eines jüngeren, zweiteiligen zu Beginn der Riss-Würm-Interglazialperiode hat sich das von Henry Breuil (11) zwischen die Kulturstufen des Moustérien und des Solutréen neu eingesetzte Aurignacien dem Jungaurignacienlöss zuteilen lassen.

Diese äusserste Abgrenzung, die jüngst J. Bayer, Wien (12), der zwar unsern st. gallischen Rheinlöss als evident postglazial gelten lässt (13), vorgenommen hat, bringt danach das Aurignacien in das Riss-Würm-Interglazial, das Solutréen in die Hochwürmeiszeit, während das Moustérien II in die Risseiszeit und das ältere Moustérien (I) sogar noch in das Mindel-Riss-Interglazial hinunterreicht. Hans Menzel (14), welcher der Paläontologie ein Hauptmitspracherecht bei der chronologischen Eingliederung der prähistorischen Kulturstufen fordert, schliesst sich der Bayerschen Chronologie am nächsten an, rangiert aber das gesamte Moustérien (I und II) und sogar noch das obere Acheuléen in die Rissvergletscherung. Bei einer paläontologischen Eingliederungsmethode lässt Menzel die Wirbeltiere, wie namentlich die verschiedenen Elephasarten, sozusagen ausser Betracht, da er ihnen keine allzu grosse Empfindlichkeit gegen klimatische Einflüsse beimisst und ihnen zudem in vielen Fällen die primäre Lagerstätte abspricht. Weitaus günstiger steht es nach Menzel mit den Binnenmollusken, „deren Anwesenheit (insbesondere aus der Fülle ihres Auftretens) ziemlich genaue Schlüsse auf die klimatischen Verhältnisse zur Zeit ihres Daseins ziehen lassen" und als wichtige Leitfossilien zur Gliederung des Diluviums dienen dürfen.

Dem Bayerschen System am nächsten kommt auch dasjenige von Fr. Wiegers (15, Tabellen in 15e), der sich wohl am schärfsten dafür ausspricht, dass die Prähistorie unbedingt als gefestigter Grundlage der Geologie der Diluvialzeit bedürfe, ja er geht soweit, zu sagen, „dass die Wissenschaft vom fossilen Menschen in ihrer Gesamtheit keine prähistorische, sondern eine geologische Disziplin ist, an der Prähistorie und Anthropologie gewissermassen nur als Hilfs- oder Grenzwissenschaften beteiligt sind." Die richtige Erkenntnis des Diluvialmenschen, seines Alters, seines Lebens und Treibens, seines Wanderns und Werdens lässt sich mithin allein auf breitester geologischer Grundlage gewinnen. Die Geologie ist Richtlinie und Grundlage dieser neuesten, aber interessantesten Wissenschaft über den menschlichen Ursprung" (Wiegers, 15a, S. 423—424). Wenn wir auch nie so weit zu gehen vermöchten wie Wiegers, weil zur Prähistorie doch in evidentem Masse auch die Typologie, die Stratigraphie der Fundschichten, die paläontologischen und anthropologischen Tatsachen mitzureden haben, so möchten wir doch seinen oftmaligen Appell an die Geologen aller Länder nur kräftigst unterstützen.

Wie Bayer, so hat auch Wiegers besonders das Lössproblem unablässig verfolgt. Mit andern Fachgenossen hält er dafür, dass der Löss viel eher eine Erscheinung der Glaziale als der Interglaziale sei. Gleich wie Penck und Bayer schiebt auch Wiegers das Solutréen und Aurignacien zurück, doch nur in die Würm-Vergletscherung, dem älteren Moustérien (I) aber weist er die Stelle der geologischen Riss-Würm-Zwischenzeit zu, während Bayer bekanntlich dasselbe noch in die Mindel-Riss-Zwischeneiszeit hinabsetzt.

Einen zurückhaltenderen Standpunkt nehmen besonders Schmidt und Koken ein, die mit Obermaier, Breuil und Boule das gesamte Aurignacien und Solutréen mit dem Magdalénien der Spät- und Postglazialzeit zuweisen, während das Moustérien nicht weiter als an den Beginn und in den Verlauf des Würmglazials sich eingliedern lässt. Wir verdanken Schmidt (16) die während einer Reihe von Jahren mit grösster Energie und überraschendem Erfolg vorgenommenen

Untersuchungen der bekanntesten süddeutschen paläolithischen Kulturstätten, die nun eine vergleichende Stratigraphie des Ostens mit dem Westen gebracht haben. In dem monumental angelegten Werke von R. R. Schmidt, E. Koken und A. Schliz: „Die diluviale Vorzeit Deutschlands“ (16, m) besitzen wir zum ersten Male eine Zusammenfassung des gesamten Paläolithikums dieses Landes, wobei auch die benachbarten schweizerischen Fundstätten Kesslerloch, Schweizersbild und Wildkirchli zur Sprache gelangen (S. 188—193).

Die mit Recht gestellte Forderung, zur Erstellung eines quartärchronologischen Systems vorab auch der in den Höhlenfüllungsstraten und in den diluvialen Ablagerungen des Aussengebietes vorkommenden fossilen Fauna ein Hauptaugenmerk zuzuwenden, ist bei den neuesten Forschungen in ausgiebigem Masse zur Verwirklichung gekommen. Während die einen sich dabei vornehmlich an bestimmte für die archäologischen Straten charakteristische Riesengestalten der Tierwelt, wie die Pachydermen *(Elephas meridionalis, E. antiquus, E. primigenius, Rhinoceros tichorhinus, Rh. Merkii, Hippopotamus)* oder an andere grössere Säugetiere (wie *Bison priscus, Bos primigenius, Equus caballus),* besonders auch an das Renntier *(Rangifer tarandus)* und den Moschusochsen *(Ovibos moschatus)* zur Chronologie des Diluvialmenschen halten, ziehen es andere Paläontologen (17) vor, kleinere, für ein sicheres Kriterium der klimatischen Verhältnisse besser geeignete Vertreter der Säugetiere und Vögel, wie namentlich die arktischen Nager der Tundren und der subarktischen Steppen („Steppentiere“, „Steppennager“ nach Pallas), Lemminge *(Myodes torquatus* und *M. obensis), Lepus variabilis, Lepus albus,* Pferdespringer *(Alactaga jaculus)* und rötliches Ziesel *(Spermophilus rufescens),* Steppenmurmeltiere *(Arctomys bobac),* Zwergpfeifhasen *(Lagomys pusillus),* sowie die grosse Reihe der Wühlmäuse *(Arvicoliden)* als Leitfossilien zur Horizontierung zu benützen.

Wenn nun auch eine ausgesprochene Anpassungsfähigkeit an extreme klimatische Verhältnisse lange nicht allen für die Chronologisierung benützten Tieren eigen ist, so dürfte doch ein massenhaftes Auftreten einzelner Typen wie *Rangifer tarandus, Ovibos moschatus, Antilope saïga* und die typischen Steppennager genügende Hinweise auf besondere einstige klimatische Vorgänge enthalten. In neuester Zeit werden namentlich die Binnenmollusken-Faunen zu einer Gliederung der Quartärabschnitte und zur Beurteilung der Lössablagerungen herangezogen (18).

Durchmustern wir die verschiedenen archäologisch-paläontologischen Systeme, die seit der Klassifikation Pencks aufgestellt wurden, so ergibt sich daraus die Tatsache, dass wir zur Stunde trotz der bedeutenden Schritte, die die Erforschung des diluvialen Menschen vorangetan, noch kein absolut zuverlässiges Itinerar für die Einordnung der typologisch zum Teil bereits mit achtungswerter Genauigkeit durchbestimmten prähistorischen Straten in die geologische Eiszeitchronologie besitzen. Da ist noch alles in vollem Fluss, und wir dürfen uns deshalb nicht wundern, wenn einzelne „vorsichtigere“ Prähistoriker ihre Hauptpublikationen über jahrelange exakte archäologische Forschungen einer Zeit überwiesen haben wollen, wo die geologische Diluvialchronologie eine noch festergefügte Basis aufzuweisen vermag.

Für den Prähistoriker des jetzigen Momentes besteht m. E. die Hauptaufgabe darin, seine Fundstätten nach allen Regeln moderner Grabungstechnik und -Methodik zu bearbeiten, in dem Sinne, dass auch eine spätere Zeit mit vorgerückterer Erkenntnis sich noch ein völlig klares Bild von den einstigen Fundtatsachen zu rekonstruieren vermag. So dürfte es möglich werden, an Hand einer Reihe von Lokal-Monographien dieser Art später die leitenden Fäden zu einem gefestigten Ganzen zu verweben. Es gilt das Gleiche für die Arbeit des Diluvialgeologen. Wir alle arbeiten ja wohl „nur für unsere Zeit“, allein eine bestimmte Reife sollten auch unsere Forschungen unter allen Umständen aufzuweisen vermögen.

Es braucht hier kaum darauf hingewiesen zu werden, dass je weiter wir in der eiszeitlichen Skala hinuntergehen (also von der Risseiszeit weg), die Einreihung der paläolithischen Funde des Acheuléen, Chelléen ganz erheblichen Schwierigkeiten begegnet. Das zeigt sich am deutlichsten in den verschiedenen Chronologien von Penck, Boule, Obermaier, Bayer, Wiegers, Schmidt, Koken, Menzel (19). Soviel mag heute sicher stehen, dass der Mensch des Paläolithikums noch völlig innerhalb des Rahmens der Eiszeit hineinzufassen ist, ebenso noch ein Teil des Prächelléens und der sog. Eolithen.

Gerade das Problem der Eolithen, das besonders von A. Rutot in Brüssel in zahlreichen Schriften (20) eine so weitgehende Interpretation gefunden, — wobei sich rasch eine Anzahl temperamentvoller Gegner desselben verlauten liessen —, hat die Vertreter der Geologie aufs eifrigste beschäftigt, zumal der Anschein gegeben war, als handle es sich in den ältesten Eolithen sogar um intentionelle, durch Menschenhand geschaffene Primitivwerkzeuge aus der Tertiärstufe des Oligocaen. So mächtig der Kampf um diese „Steine der Morgenröte“ während eines ganzen Jahrzehnts (1900—1910) getobt, so unbegreiflich ist die nachmalige Stille, die um sie entstanden, nachdem schliesslich eine Majorität von Typologen sich für deren „natürliche“ Entstehung ausgesprochen hatte. So wenig es heute zulässig ist, den Beginn der Knochenbenutzung des Menschen als Werkzeuge erst in die Zeit des Aurignacien festzulegen (tatsächlich finden wir sie schon früher!), so wenig darf der Beginn der Menschheit etwa mit dem „coup de poing“ (Faustkeil) verkettet werden. Es muss eine Zeit der „formlosen“ Werkzeuge gegeben haben, als Vorläufer der sog. archäologischen „Typen“. Der Name dieser vorausgehenden prähistorischen Stufe (ob Praechelléens oder Eolithikum) tut dabei nichts zur Sache. Das Problem dürfte dennoch zu gegebener Zeit in neuer Form wieder auferstehen.

Wie weit die Anschauungen auch über den Verlauf der postglazialen Epoche noch auseinandergehen, zeigt am besten die Sammlung von Berichten für den 11. internationalen Geologenkongress in Stockholm 1912 (21), sowie die Arbeiten von Brockmann-Jerosch (22) und Hans Menzel (23). Von der genaueren Fixierung der spät- und postglazialen Zeit ist nun aber die schärfere Begrenzung der prähistorischen Stufen des Magdalénien und des Tardénoisien-Azilien in die Stadien des Bühl-Gschnitz und -Daun bedingt.

Aus all dem Gesagten ergibt sich, wie ausserordentlich wichtig die Mithilfe der Diluvialgeologie für die Gesamtheit der paläolithischen Forschungen der kommenden Zeit zu werden verspricht. Was unsere schweizerischen diluvialgeologischen Verhältnisse anbetrifft, so sind wir durch die Untersuchungen von Penck und Brückner und zahlreichen andern Geologen (siehe die Literatur in Albert Heim, Geologie der Schweiz, Bd. I, das Diluvium), sowie durch die zusammenfassenden Arbeiten von Roman Frei und Ed. Blösch mehr oder weniger orientiert über das Glazialphänomen in unserem Lande, besser als dies in vielen ausserschweizerischen Ländern der Fall ist. So sollte es allmählich auch möglich werden, bei den geologischen Spezialarbeiten auf kleineren Gebieten durch eine stärkere Berücksichtigung der diluvialgeologischen Verhältnisse (Gletscherschliffe auf anstehendem Felsen, Riesentöpfe, erratische Blöcke, Ausbreitung des Erratikums, Moränen, diluviale Schotter, interglaziale Ablagerungen, diluviale Aufschüttung und deren Lagerungsstörungen, organische Reste: nach Albert Heim, Geologie der Schweiz) der schweizerischen prähistorischen Forschung kräftig vorzuarbeiten.

Das Gesagte gilt natürlich für alle jene Gebiete mit einstiger Vereisung, wobei die Einreihung von Funden eines bestimmten Ortes an dasjenige Eiszeitschema gebunden ist, das zur Zeit für ein grösseres Areal die brauchbarsten Anhaltspunkte darbietet. Für das alpine

Gebiet wird daher das Penck sche System am ehesten Anwendung finden, während in Norddeutschland (24) die bis heute nachgewiesene dreimalige Glaziation zu berücksichtigen ist. — Viel schwieriger gestaltet sich die genauere Bestimmung in den ausserglazialen Ländern oder dort, wo nur Spuren von eiszeitlichen Bildungen vorhanden sind, dieselben sogar gänzlich fehlen. Eine Dreiteiligkeit für das französische Quartär nimmt Boule (26), sowie Lapparent an, während Penck aus den vier Schottern der Rhone und der Isère auf die vier mit ihnen korrespondierenden Eiszeiten der Zentral- und Ostalpen schliesst und Obermaier auf Grund seiner vier Schotterterrassen der Garonne in den Pyrenäen auch zur Einordnung der archäologischen Stufen gelangt.

In den total unvereisten Gebieten Frankreichs, wie z. B. in der Dordogne, hat Wiegers (27), „gestützt auf mehr oder weniger feine und auffällige Unterschiede in der quartären Tier- und Pflanzenwelt", namentlich aus dem wechselnden Auftreten des arktischen Renntieres, des Mammuts und des behaarten Nashorns, ja selbst des Lemmings, sowie aus dem Vorhandensein charakteristischer Terrassenbildungen den Versuch gewagt, „eine gemeinsame Basis zu schaffen, auf der eine Vergleichung der Schichten des französischen Diluviums mit dem deutschen möglich ist". So verdienstvoll die Untersuchungen Wiegers für die Diluvialgeologie und -Archäologie sind, so ist es doch verfrüht, sich der vollen Freude hinzugeben, dass nun durch dieselben das alte, brennende Problem der restlosen Parallelisierung und Gleichstellung des Westen und Ostens endgültig gelöst wäre. Es gilt hier noch viel minutiöse Arbeit zu schaffen, geradeso wie im Umkreise jeder einzelnen prähistorischen Station im Gebiete der vollen Vereisungserscheinungen.

Erinnern wir daran, wie schwer es hält, das genaue geologische Alter derjenigen paläolithischen Fundplätze mittelst geologischer Argumente zu bestimmen, die im Niveau über den Vereisungen und innerhalb der Jungmoränen der Alpen liegen, wie z. B. das Wildkirchli. Neuestens gesellt sich zu ihm eine erstaunlich reiche paläontologische Fundgrube von *Ursus spelaeus* — ja sogar mit bereits gesicherten Tatsachen von der Anwesenheit des Bärenjägers — im Drachenloch ob Vättis, auf einer absoluten Meereshöhe von nicht weniger denn 2440 m (28). Selbst dort, wo eine Paläolithstation mitten in der Moränenlandschaft geborgen ist, kann nur mit der vollen Seriosität des gesamten geologischen Rüstzeuges an die Bestimmung ihrer Altersfrage herangetreten werden. Wir begreifen es gar gut und freuen uns über die wohlbegründete und weise Zurückhaltung des Entdeckers der zweiten ältesten paläolithischen Fundstätte der Schweiz in Cotencher bei Neuenburg, Auguste Dubois, wenn er in seinem Berichte (29) über die von ihm seit 1916 an diesem Orte betriebenen Forschungen bekennt: „Quant au problème de la détermination de l'âge glaciaire de la faune et du matériel paléolithique de Cotencher, nous nous bornerons à dire que grâce au fait que nous nous trouvons en plain dépôt morainique et, grâce aussi à un heureux concours de circonstances, nous avons tout lieu d'espérer que nous arriverons à le résoudre avec netteté, mais il serait pour le moment prématuré d'aborder cette question qui exigera d'ailleurs d'assez longs développements."

Wenn der Prähistoriker von heute es den so ansehnlichen Leistungen der neueren Stratigraphie (die oft mit Zentimetern von Profilschichten zu rechnen hat!), sowie der schon weit ausgebauten Typologie der vorgeschichtlichen Industriedokumente zu danken hat, dass es ihm ermöglicht wird, die Funde der einzelnen Straten zu determinieren und sie zu einem mehr oder weniger geschlossenen Bilde zu vereinigen, so darf es anderseits doch nicht verhehlt bleiben, dass selbst heute auch innerhalb der Formenkreise der paläolithischen Industrien noch gar manche Unklarheiten bestehen. Ihre Ursachen liegen oft in örtlichen Verhältnissen z. B. mit Bezug auf das zur Verwendung gelangende Stein- und Arbeitsmaterial, sein seltenes Vorkommen, das „Abflauen von Typen" und die Retardierung von Kulturen infolge langer Abgeschlossenheit der paläolithischen Horden. Wie man in der Geologie von Sonderablagerungen spricht, so kann man auch in der Prähistorie „Kulturfazies" unterscheiden. — Das Vorwiegen sogenannter „atypischer Formen" über die eigentlichen schönen Typen in einer Fundstrate mag oft einzig bedingt sein durch weitgehendste Ausnützung eines so wie so im Gebiete seltenen Rohmaterials an Quarziten, oft handelt es sich um reine Abfallprodukte der Werkzeugindustrie, um unvollendete oder total abgenützte Stücke. Dem Praktiker der paläolithischen Höhlen- und Abris-Forschung ist es ja nur zu gut bekannt, dass beinahe in jeder Station die Zahl der sog. „schönen Typen" (die noch in den meisten unserer Paläolithsammlungen der Museen zu Unrecht allein paradieren, während die übrigen „atypischen Stücke" beiseitegeschoben werden) prozentual in grosser Minderheit vorhanden sind.

Im Vorausgegangenen ist dargetan worden, in welcher Weise die Geologie, als getreue Mitarbeiterin des Prähistorikers, für die Hauptfrage der zeitlich geologischen Altersbestimmung der vorgeschichtlichen Fundstätten eine der vornehmsten Aufgaben besitzt.

Nun gibt es aber noch eine ganze Reihe anderer Fragen, in denen sowohl die dynamische als die historische Geologie ein entscheidendes Wort abzugeben hat. Sei es dabei, dass der Geologe als Berater herbeigezogen wird, oder dass er die selbständige Bearbeitung eines oder mehrerer Sonderkapitel der wissenschaftlichen Monographie über eine bestimmte Fundstätte übernimmt.

Neben der allgemeinen Schilderung der Situation der Fundstätte: Lage nach absoluter und relativer Höhe, Form und Exposition des oder der Höhlen- und Abrisausgänge (Felsentore, Felsenfenster), Zugänglichkeit, günstige Siedelungsbedingung, meteorologische und klimatische Verhältnisse einst und jetzt, Flora und Fauna von heute und früher, ausser der Beschreibung der topographischen Beschaffenheit (Gestaltung, Verlauf der Höhlenhaupt- und Nebenteile, Tunnels, Röhren, Spalten, Klammen, Schlote, Wasserläufe usw.) handelt es sich vor allem um die Darstellung der gesamten geologischen Verhältnisse der Fundstätte und ihrer näheren und ferneren Umgebung: Stratigraphie und Tektonik.

Gesteinsart, sowie die einstigen tektonischen Vorgänge bilden bekanntlich die Ausgangspunkte für die Frage der Genesis der Höhle oder des Abris und deren heutigen Charakter (Spalten-, Zerklüftungs-, Dislokationshöhlen, Naturschächte usw.). Aus der Gestaltung der Höhlenwände, den Wasserverhältnissen, insbesondere aber auch aus der Beschaffenheit der Höhlenfüllung ergibt sich, ob es sich um Flusswasserhöhlen oder Sickerwasserhöhlen, um mechanische oder chemischlösende Wirkung des Wassers bei der Höhlenbildung und -Zerstörung (Erosion oder Korrosion) handelt. Lage und Verlauf (Fallen und Streichen), Beschaffenheit (Zerklüftung, Absplitterung, Glättung, Auskolkung) der Höhlenwandschichten, Härte des Gesteins, Exposition zu Licht und Wärme, Feuchtigkeit, Luftzugsverhältnisse, Ventilation, Temperatur bedingen die Art der Verwitterung, deren Produkte mit jenen des Sinterprozesses einen Teil der Höhlenauffüllung bilden. Flusswasser sind neben Gesteinsdislokationen oft richtungbestimmend für den Verlauf der Höhlen. Das Eindringen der Wintertemperaturen erzeugt charakteristische Eisbildungen (Eishöhlen, Eispaläste, Stalaktiten und besonders Stalagmiten). Der Sinterprozess erzeugt Sinterterrassen, Sinterstalaktiten und -Stalagmiten. Höhlenflüsse, unterirdische Abflüsse, Grundwasser können von praktischer Wichtigkeit werden, wenn es sich um Quellverhältnisse handelt (Färbungen mittelst Fluorescin). Die meisten Punkte der Höhlenhydrologie behandelt Knebel (1) in ausführlicher Weise.

Von besonderem Interesse ist oft auch vom Standpunkte der

Prähistorie aus die Frage des Alters der Höhle. Da die Höhlenbildung namentlich in sedimentären Gesteinen, wie den Kalken, häufig an tektonische Dislokationsflächen gebunden erscheint, so lassen sich von der Bestimmung des Alters der prähistorischen Funde aus, namentlich jenen, die direkt auf dem nativen Boden der Höhle oder in nächster Nähe desselben gelegen sind, gewisse Rückschlüsse ziehen auf die Möglichkeit einer ersten zeitlichen Besiedelung der Höhle. Die letztere selbst aber kann nie älter sein als die Dislokationserscheinungen im Fels.

Ganz hervorragende Dienste vermag die Geologie dem praktischen Höhlenforscher des Paläolithikums zu leisten, wenn es sich um die Diskussion der Höhlenausfüllung bezw. um die Charakterisierung der Fundschichten (fertile Schichten) und der fundleeren (infertilen) Schichten handelt. Dieselben sind oft recht mannigfaltig zusammengesetzt und die Frage ihrer Genesis liegt zur Beantwortung z. T. auf geologischer Seite. Da wechseln typische Lehmschichten mit solchen, die aus Sinterablagerungen und Kalkmehl bestehen. Der Verwitterungsprozess im anstehenden Höhlengestein macht sich durch die Einlagerung von kleineren und grösseren Schuttstücken desselben, ja selbst eigentlichen Deckenabbruchplatten (besonders in Kalkhöhlen mit horizontaler Schichtlagerung) bemerkbar. Die Grösse der Abbruchstücke hängt von der Kompaktheit des Gesteins der verschiedenen geologischen Stufen ab. (Seewerkalk und -Schiefer bedingen ganz andere Formen der Schutteinlagerung als zum Beispiel Schrattenkalk und Valangien).

Was den Lehm in Höhlen anbelangt, so dürfte bei genauerer Untersuchung derjenige, der in loco als Auflösungsrückstand aus dem Höhlengestein entstanden ist, von dem von aussen stammenden, oft von weiterher eingeschwemmten wohl zu unterscheiden sein. Noch charakteristischer ist endlich das Höhlenfüllungsmaterial, das von diluvialen Gletschern (glaziale Relikte: Erratica, geschrammte Geschiebe, fluvioglaziale Gerölle etc.) in die Höhle oder an den Fundort von prähistorischen Relikten eingeführt, oft eingepresst wurde.

Derartige Straten, die dem Archäologen gewöhnlich keine oder nur spärliche Dokumente liefern, spielen nun aber als sogenannte infertile Schichten zwischen den Fundschichten eine belangreiche Rolle, da sie einmal zur Trennung der prähistorischen Industrien, anderseits aber auch zur Unterscheidung der verschiedenen diluvialen Phasen wesentliche Dienste leisten können. Es gibt sogar Fälle, wo die fertilen Schichten durch förmliche hartversinterte Schichten getrennt sind, die dann als sichere Abgrenzungen der Horizonte nach oben und nach unten dienen.

Lassen sich die einzelnen durch Material, Konsistenz, Farbe, oft plötzlich auftretenden und wieder verschwindenden Grabungs- oder Profilschichten mit ihrem prähistorischen Inventar als die „Blätter der Urgeschichte“ bezeichnen, so können sie dem Geologen Anhaltspunkte schaffen für die einstigen geologischen Vorgänge in der Höhle, in gewissen Fällen selbst zu paläoklimatologischen Anzeigern werden. Es gibt da noch ausserordentlich viel zu ergründen! Welch' bedeutende Unterschiede lassen sich selbst in ein und derselben Höhle feststellen mit Bezug auf die Mächtigkeit der Höhlenauffüllung. Differenzen von 2—4 Meter und noch mehr, je nachdem daselbst rein natürliche Ablagerungen oder solche mit den Depots von Tierknochen und der Hinterlassenschaft des einstigen Höhlenbewohners vorhanden sind. In verschiedenen Höhlen des Säntisgebirges stiessen wir bei Grabungen in korrespondierenden Tiefen auf mächtige Lager von Sturzblöcken aus dem Anstehenden. Ob wir es da mit synchronen Dislokationserscheinungen im Gebirge oder mit gleichzeitigen Störungen des Gleichgewichtes der Gesteinsschichten infolge von Erdbeben zu tun haben?

Noch in gar manchen Beziehungen wünscht der Urzeitforscher des Geologen, Petrographen und Paläontologen Rat und Hilfe. Der Höhlenschutt führt oft merkwürdige chemische und mechanische Verwitterungsformen und -Zustände, sowie Zersetzungsstadien der Gesteine, Petrefakten, die vielleicht schon des Urmenschen Phantasie anregten, „Naturspiele“, die verzweifelte Ähnlichkeit mit intentioneller Arbeit („Pseudoartefakte“) und Kunst des Höhlenbewohners besitzen. Wie verschiedentlich ist von prähistorischen Forschern schon der Versuch gemacht worden, aus der Mächtigkeit des Höhlenschuttes Berechnungen über das Alter und die Zeitdauer der Sedimentation und Auffüllung anzustellen, um damit Schlüsse zu ziehen auf die Chronologie einer prähistorischen Besiedelung. Da wird der Geologe mit Recht darauf hinweisen, wie alle solche „Berechnungen“ eben nur den Stempel des sehr Relativen tragen und genaue Resultate unter keinen Umständen zu erreichen sind.

Zum Schlusse sei noch darauf aufmerksam gemacht, wie sehr der Prähistoriker auf die richtige Determination und Charakterisierung des Artefaktengesteinsmaterials und besonders auch auf die Bestimmung von dessen Herkunft angewiesen ist. In Kalkhöhlen, wo Quarzite und Feuerstein als Steinwerkzeuge, Nuclei, Absprenglinge aus der Urzeit vorgefunden werden, ist wohl die erste

Frage die: Woher hat der Paläolithiker sein Artefaktenmaterial bezogen? Wo ist dasselbe im Anstehenden vorhanden? Handelt es sich um erratisches, exotisches Gestein oder gar um Tauschmaterial, welch letzteres uns den Fingerzeig geben kann für einstige Verbindungen, die die paläolithischen Sippen untereinander gepflegt haben, oder die uns sogar den Weg der Ein- und Auswanderung derselben vorzeichnen?

Die Aufgaben der relativ noch sehr jungen Urgeschichtsforschung sind komplexer Natur. Eine ganze Reihe von Spezialwissenschaften (Geologie, Petrographie, Mineralogie, Meteorologie, Bodenkunde, Chemie, Zoologie, Paläontologie, Botanik, Anatomie, Anthropologie, besonders auch vergleichende Ethnographie der Naturvölker) müssen ihr helfend zur Seite stehen, wenn sie sich nicht nur in Typologie und in Aufspeicherung von „Kuriositäten" Genüge leisten will, sondern die wichtige Mission hat, ein Teil der Geschichte der Entwicklung des Menschengeschlechtes, seines Fortschrittes von primitiver Gestaltung desselben zu höheren und höchsten Kulturformen zu sein.

Die retrospektive Betrachtung der Menschheitsgeschichte, zu der naturnotwendig auch die den viel grösseren Zeitraum umfassenden urgeschichtlichen Kulturphasen gehören, will ja nicht zuletzt auch dem immer wieder zum Nachsinnen und Nachforschen auffordernden Problem der Menschwerdung, „der Auferstehung der Menschheit aus dem Dämmer des Trieblebens in die Helle des Bewusstseins" nähertreten. Aus der geistigen Enge des Primitivmenschen mit dem Überwiegen der tierischen Instinkte tritt der „schlafende Riese" in das Erwachen zu zielbewusstem Kampfe mit ihnen und ins Stadium bewusster Kulturarbeit, aus der Naturbeherrschung zur Kulturbeherrschung, in der durch „das volle, harmonische Ausleben der Individualität, die freie und stete Vervollkommnung der Persönlichkeit im Dienste der Sozietät, der Menschheit, im Erstreben und Erringen alles Bessern" zugleich auch das wahre Glück des Menschen geborgen liegt (30). In diesem Sinne reiht sich die heutige urgeschichtliche Forschung jenen Wissenschaften ebenbürtig an, die in der Erkenntnis des Aufstieges der Menschheit zugleich ihren Fortschritten nachgeht, die zwar nicht in gerader Linie erfolgen, letzten Endes aber doch von Phase zu Phase eine Entwicklung zum Höheren, zum wirklichen Menschen, bedeuten.

Anmerkungen und Literaturnachweise.

1. W. von Knebel. Höhlenkunde, mit Berücksichtigung des Karstphänomens. Die Wissenschaft, 15. Heft. Braunschweig, Vieweg. 1916.
2. Von älteren Werken über die Höhlenkunde, die noch viel Brauchbares enthalten, mögen erwähnt sein:
    - W. Boyd-Dawkins (-Spengel). Die Höhlen und die Ureinwohner Europas. Heidelberg. 1876.
    - Salomon Reinach. Antiquités nationales, I (Epoque des alluvions et des cavernes). Paris. 1887.
    - E. A. Martel. Les Abîmes etc. Paris. 1894.
    - Franz Kraus. Höhlenkunde. Wien. 1894.
3. E. Bächler. a) Die prähistorische Kulturstätte in der Wildkirchli-Ebenalphöhle. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges. 1906. S. 412.
    b) Das Wildkirchli, die älteste prähistorische Kulturstation der Schweiz. Schriften des Ver. f. Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. 1912.
4. A. Penck. a) Die alpinen Eiszeitbildungen und der prähistorische Mensch. Archiv für Anthropologie. N. F. Bd. I, S. 78—90. Tabelle S. 90.
    b) Das Alter des Menschengeschlechtes. Zeitschrift für Ethnologie. 1908. Heft 3. S. 390—407.
    c) — und Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter. 1909. Bd. I, S. 373, 379 u. ff.; Bd. II, S. 439—440, 699—716, Tabelle S. 716; Bd. III, S. 1153—1176.
5. Marcellin Boule. Observation sur un Silex taillé du Jura et sur la chronologie de M. Penck. L'Anthropologie T. 19 (1908), pag. 1—13; mit Tabellen.
6. W. Deecke. Geologie von Baden. 2. Teil. 1917.
7. F. E. Geinitz. Die Eiszeit. Wissenschaft. 16. Heft. Braunschweig. 1906.
8. D. Aigner. Das Tölzer Diluvium. Landeskundl. Forschungen d. Geogr. Ges. in München. 1910.
9. Hugo Obermaier. a) Le Quaternaire des Alpes et la nouvelle classification du Prof. A. Penck. L'Anthropologie XV, 1, S. 25—36. 1904.
    b) La station paléolithique de Krapina. L'Anthropologie 1905, XVI, 1, S. 13—27; mit Tabellen.
    c) Beiträge zur Kenntnis des Quartärs in den Pyrenäen. Archiv für Anthropologie. N. F. 1906. 1. Teil in Bd. 4, Heft 4, S. 299—310. 2. Teil in Bd. 5. Heft 3 und 4, S. 244—262; mit Tabellen.
    d) Das geologische Alter des Menschengeschlechtes. Mitteilungen der Geolog. Gesellschaft Wien, 1908, III, S. 290—322; mit Tabellen.
    e) Les formations glaciaires des Alpes et l'homme paléolithique. L'Anthropologie XX, 1909, S. 497—522; mit Tabellen.
    f) Der Mensch der Vorzeit. Allgem. Verlagsgesellsch. Berlin-München-Wien. 1911/12; Tabellen S. 326 u. 332.
10. Moritz Hoernes. Der diluviale Mensch in Europa. Braunschweig. Vieweg u. Sohn. 1903. Tabelle S. 212.
11. H. Breuil. a) Les gisements Présolutréens du type d'Aurignac. Extrait C. R. 13ème Congr. d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique. Monaco. 1907.
    b) L'Aurignacien présolutréen. Extrait de la Revue préhistorique, 4ème année, 1909, No. 8 et 9.
    c) Les subdivisions du Paléolithique supérieur et leur signification. C. R XIVème session du Congr internat. d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique, Tome 1, S. 165—238, Genève, 1912.
12. Joseph Bayer. a) Das geologisch-archäologische Verhältnis im Eiszeitalter. Zeitschr. f. Ethnologie. Berlin, 1912, S. 1—22; mit Tabellen.
    b) Das Alter des Menschengeschlechtes, a. a. O. S. 180—187 (1912) m. Tabellen.

c) Die Chronologie des jüngern Quartärs. Mitt. d. prähistor. Komm. d. Akad. d. Wissensch. Wien, 1913, Bd. 2, Heft 2; mit Tabellen.
d) Die Gliederung des Diluviums in Europa. Mitt. d. geol. Ges. Wien, 3. 1913, S. 188—196; mit Tabellen.
e) Die Chronologie der diluvialen Kulturen und Ablagerungen in den Alpen und in Norddeutschland. Zeitschr. f. Ethnologie. Berlin, 1914, Heft 2 u. 3. S. 466—478; mit Tabellen.
f) Die Bedeutung der Moustérienstation Markkleeburg bei Leipzig für die quartärgeologische Frage. Manus. 1914, Bd. 7, S. 315—325.
g) Chronologie des temps quaternaires. C. R. 14ème session du Congr. internat. d'Anthropologie etc, Genève 1912, Bd. 1, 145—164; mit Tabellen.
h) Das Klima während des Riss-Würm-Interglazials. Jahrb. f. Altertumskunde. Wien, 1911, Bd. 5, S. 98—106.
i) Das Alter der Lößstationen am Rhein. Jahrb. f. Altertumskunde. Wien. 1910, Bd. 4, S. 154—171.
k) Jüngster Löss und paläolithische Kultur in Mitteleuropa. Jahrb. f. Altertumskunde. Wien, 1909, Bd. 3, S. 149—160.

13. Durch die von mir 1912 durchgeführte völlige Entblössung des Profils von Wartau-Hohlweg-Weite bis auf die Tiefe glazialer Ablagerungen hat sich das sicher postglaziale Alter dieser Lössablagerung restlos ergeben. Vgl. auch J. Früh. Das postglaziale Löss im St. Galler Rheintal. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich. 1899 und Brockmann-Jerosch, Das Alter des schweizerischen diluvialen Lösses. In der gleichen Zeitschrift, 1909.

14. Hans Menzel. a) Die paläontologischen Grundlagen für die Chronologie des Diluvialmenschen. Zeitschr. f. Ethnologie. 1914. Heft 2 u. 3, S. 241—248; mit Tabelle.
b) Die geologische Entwicklungsgeschichte der älteren Postglazialzeit im nördlichen Europa und ihre Beziehung zur Prähistorie. Zeitschr. f. Ethnologie. 1914. Heft 2 u. 3, S. 205—240; mit Tabellen.

15. Fr. Wiegers. a) Über die prähistorische Untersuchung einiger deutscher Diluvialfundstätten. Zeitschr. f. Ethnologie. 1914, Heft 2 u. 3, S. 421—438.
b) Die diluvialen Kulturstätten des Vezèretales, ibid. 1913, Heft 1, S. 126—160; mit Tabellen.
c) Über das Alter des diluvialen Menschen in Deutschland. Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. Bd. 65, 1913, Monatsber. No. 11, S. 542—567.
d) Die Gliederung des französischen Pliocaens und Pleistocaens. Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. Bd. 65, 1913, S. 384—417.
e) Die geologischen Grundlagen für die Chronologie des Diluvialmenschen. Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. Bd. 64, 1912, Monatsber. No. 12, S. 578—605; mit Tabellen.
f) Die diluvialen Kulturstätten Norddeutschlands und ihre Beziehungen zum Alter des Löss. Prähistorische Zeitschrift 1909, Sonderabdruck, 1—36.

16. R. Schmidt. a) Die neuen paläolithischen Kulturstätten der schwäbischen Alb. Arch. f. Anthropologie. N. F. Bd. 7, 1908, Heft 1, S. 62—71.
b) Die späteiszeitlichen Kulturepochen in Deutschland und die neuen paläolithischen Funde. Korrespondenzblatt d. deutschen Ges. f. Anthropologie. 1908, S. 1—8.
c) Die vorgeschichtlichen Kulturen der Ofnet. Ber. d. naturw. Vereins f. Schwaben u. Neuburg. 1908, S. 87—110.
d) Die spätpaläolithischen Bestattungen der Ofnet. Manus. 1909, Ergänzungsband.
e) Das Aurignacien in Deutschland. Vergleichende Stratigraphie des älteren Jungpaläolithikums. Manus. 1909, Heft 1 und 2.

f) Der Sirgenstein und die diluvialen Kulturstätten Württembergs. Stuttgart (Nägeli & Sprosser) 1909/10.

g) Die diluvial-prähistorischen Sammlungen deutscher Funde in Tübingen. Manus, 1909, I. Ergänzungsband.

h) Die archäologischen Einschlüsse der Lößstation Achenheim im Elsass und die paläolithischen des Rheintallösses. Prähistorische Zeitschr. 1909, Bd. 1. Heft 3—4, S. 339—346; mit Tabellen.

i) Die paläolithischen Kulturen und die Klimaschwankungen in Deutschland nach dem Maximum der letzten Eiszeit. Korrespondenzblatt d. deutschen Ges. f. Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte. 1910, No. 9/12.

k) Zur Stratigraphie der Wildscheuer. Prähistorische Zeitschr. 1910, Bd. 2, 2/3, S. 241—246.

l) Die Grundlagen für die Diluvialchronologie und Paläontologie Westeuropas. Zeitschr. f. Ethnologie, 1911, Heft 6, S. 945—973; mit Tabellen.

m) Stuttgart, 1912. E. Schweizerbart (Nägele & Sprosser).

17. A. Nehring. Über Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit. Berlin. 1890.

18. H. Menzel. Die paläontologischen Grundlagen für die Chronologie des Menschen. Zeitschr. f. Ethnologie. 1914, Heft 1—2, S. 241—248.

19. Auf die neueste, von O. Hauser (1915) erstellte Tabelle zur Diluvialchronologie des Vezèretales („Über eine Chronologie des mittleren Paläolithikums im Vezèretal“, Dissertation. Leipzig 1916) trete ich hier nicht näher ein, da das sogen. Micoquien Hausers in seiner Parallelisierung mit den Funden von Kösten, Weimar-Taubach, Ehringsdorf, Hundisburg, ja sogar des Wildkirchli noch einer gründlicheren Prüfung bedarf. Die Chronologietabelle ist eine Akkomodation an die archäologischen Befunde, entstammt also nicht geologischen Erwägungen.

An dieser Stelle sei auch verwiesen auf

V. Commont. Chronologie et stratigraphie des industries protohistoriques, néolithiques et paléolithiques dans le nord de la France. Congr. internat. d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique. Genève, 1912, S. 239—254.

20. Mit Bezug auf das Problem der Eolithen kann hier nur auf zwei Hauptschriften von A. Rutot verwiesen werden:

a) Le Préhistorique dans l'Europe centrale (l'industrie de la pierre). Namur, 1903.

b) Mise au point pour 1911 du mémoire intitulé Le Préhistorique dans l'Europe centrale. C. R. Congr. Dinant, 1903.

Die übrigen Arbeiten Rutots über Eolithen, sowie über die Glazialchronologie sind niedergelegt in:

Bull. Soc. d'Anthropologie de Bruxelles 1904, 1906. 1911.
Bull. Soc. Belge de Géologie 1904, 1906, 1907, 1909, 1910.
L'Académie royale de Belgique. Classe des sciences. 1906.
Revue de l'Ecole d'Anthropologie de Paris. 1907.
Bull. et Mém. Soc. d'Anthropologie de Paris. Jubilé du Cinquantenaire.
Bull. Soc. Préhistorique de France. 1907/08.
Congrès Préhistorique de France 1908.

Von den antiéolithischen Schriften mögen hier noch erwähnt sein:

H. Obermaier. Zur Eolithenfrage. Arch. f. Anthropologie. Braunschweig 1905. N. F. Bd. 4, Heft 1.

Marc Boule. L'origine des Eolithes. L'Anthropologie. T. 16. 1905.

R. Hoernes. Über Eolithen. Naturw. Verein für Steiermark. Jahrg. 1908, Bd. 45.

Paul Sarasin. Einige Bemerkungen zur Eolithologie. Mitt. d. Geogr.-Ethnogr. Ges. Zürich. 1908—1909.

— Über die Fehlerquellen in der Beurteilung der Eolithen. Mitt. d. Naturf. Ges. Basel. Bd. 22, Heft 1, 1911.

21. Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit. Stockholm, 1910.

22. Brockmann-Jerosch. a) Die Änderungen des Klimas seit der letzten Vergletscherung in der Schweiz. Wissen und Leben. 1910.
  b) Neue Fossilfunde aus dem Quartär und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich, 54, 1909.
  c) die fossilen Pflanzenreste des glazialen Delta bei Kaltbrunn und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit. Jahrb. d. St. Gall. Naturw. Ges. 1908/1909.

23. Hans Menzel. Die geologische Entwicklungsgeschichte der älteren Postglazialzeit im nördlichen Europa und ihre Beziehungen zur Prähistorie. Zeitschr. f. Ethnologie, 1914, Heft 2 u. 3.

24. F. Wahnschaffe. Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. Stuttgart, 1909.

25. E. Geinitz. Das Quartär von Nordeuropa. Stuttgart, 1904.

26. A. de Lapparent. Traité de Géologie. 5. Aufl. 1906.
M. Boule. Essai de paléontologie stratigraphique de l'homme. Revue d'Anthropologie. Paris, 1889.

27. Fr. Wiegers. Siehe Literaturhinweise No. 15b und d.

28. E. Bächler. Vorläufiger Bericht über die ersten Ausgrabungen im Drachenloch ob Vättis, 2440 m ü. M. Jahresber. d. Naturhist. Museums St. Gallen. 1917/18.

29. Vgl. Zehnter Jahresber. d. Schweiz. Ges. f. Urgeschichte (Soc. suisse de préhistoire). 1917, S. 25.

30. F. Müller-Lyer. Die Entwicklungsstufen der Menschheit. Bd. II: Phasen der Kultur. II. Aufl. München, Albert Langen, 1915.

31. Ein Verzeichnis der in der Schweiz vorkommenden Höhlen befindet sich in Paul Egli, Beitrag zur Kenntnis der Höhlen der Schweiz. Vierteljahrsschr. d. Nat. Ges. Zürich (1904). Die Arbeit enthält ausser allgemeinen Bemerkungen über das Höhlenproblem eine ausführliche Beschreibung des 1894 entdeckten Hölloches im Muotatale.

Für die Orientierung der Geologen in der Vorgeschichte des Paläolithikums sei hier auf folgende Hauptwerke (die übrige Literatur wird in meiner „Methodologie“ in ausgiebiger Weise berücksichtigt) aufmerksam gemacht:

1. Jos. Déchelette. Manuel d'Archéologie préhistorique. Bd. I. Paris, Alphonse Picard et fils. 1908. Das beste!
2. Moritz Hoernes. Der diluviale Mensch in Europa. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1903. (Zieht Chelléo-Moustérien zusammen, kennt das Aurignacien noch nicht!).
   — Natur- und Urgeschichte des Menschen. Bd. I u. II. Wien u. Leipzig, Hartleben, 1909.
3. H. Obermaier. Die Steingeräte des französischen Altpaläolithikums. Wien, Altred Hoelder, 1908.
4. H. Obermaier. Der Mensch der Vorzeit. (Bd. I von: Der Mensch aller Zeiten). Allg. Verlagsges. Berlin-München-Wien, 1912. (Vorzüglich zur Einführung!)
5. J. Heierli. Urgeschichte der Schweiz. Zürich, A. Müller. 1901. Vergriffen. Bedarf einer Neuauflage!
6. A. Schenk. La Suisse préhistorique. Lausanne, 1912. Enthält auch die neuern Forschungen.
7. Fr. Schwerz. Die Völkerschaften der Schweiz von der Urzeit bis zur Gegenwart. Stuttgart, Strecker & Schröder, 1915.

Über das Längsprofil Graubündens.

Von

RUDOLF STAUB (Zürich).

Hiezu Tafel VI.

(Als Manuskript eingegangen am 31. Oktober 1918.)

Seit den Tagen, da Albert Heim mit seiner klassischen „Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein“ die erste glanzvolle Periode der Erforschung Graubündens, die Aera eines Escher, eines Studer und eines Theobald zum würdigen Abschluss brachte, hat auf seinem Fundament die Erkenntnis vom Baue der Alpen nie geahnte Fortschritte gemacht. Lugeon begründete 1901 in einer einzigartigen Synthese die Lehre der grossen Decken, und seither hat dieselbe in allen Teilen der Alpen und weit darüber hinaus einen wahren Siegeszug gehalten. Was Lugeon in genialer Weise vorausgesehen hatte, ist heute durch eine Fülle der verschiedensten Arbeiten aus allen Teilen der Alpen nicht nur bestätigt, sondern vielfach noch überboten. Was früher als unverständliches Chaos erschien, löst sich jetzt auf in gesetzmässige Harmonie, und mehr und mehr erkennt man den grandiosen Mechanismus dieser Gebirgsbildung. Ungeheuerliches verstehen wir heute im Lichte der neuen Anschauungen als unabänderliche Konsequenz des einfachen Ineinanderspielens der Kräfte, als Resultat verschiedener ineinandergreifender Phasen ein und derselben grandiosen gebirgsbildenden Bewegung, und dieses sich Ineinanderordnen und -fügen der Vorgänge, dieses sich Fühlbarmachen eines gewaltigen Grundgesetzes, das Aufspüren grosser und grösster Zusammenhänge und Gesetzmässigkeiten im scheinbaren Chaos, das alles bürgt uns dafür, dass Lugeon uns den richtigen Weg gewiesen hat. Die Erforschung des Wallis und die Synthese der Westalpen, wie sie Argand in glänzender Weise durchgeführt hat, zeugen wie nichts anderes von der grosszügigen Weite und der Gestaltungskraft der Lugeonschen Lehre.

Im Banne dieser neuen Ideen nahm auch die Geologie Graubündens, die seit den Tagen Albert Heims und Theobalds geruht hatte, einen neuen Aufschwung. Steinmann und seine Schüler begannen mit dem eifrigen Studium einzelner Gebiete, wie des Rhätikons, der Gegend von Arosa, des Schams, des Unterengadins. Aber es fehlte noch die Verfolgung der gefundenen Bauelemente auf weitere Strecken und deren Einreihung in grössere Einheiten, es fehlte noch der die einfachen Grundzüge suchende Geist der Lugeonschen Auffassung, man verlor sich allzusehr im gewaltig sich häufenden Detail. Ganz anders Zyndel, der seine Bergheimat leidenschaftlich liebende Bündner. Er war der erste, der auf Grund eingehender weitreichender Studien uns ein einheitliches Bild vom Gebirgsbau Graubündens entwerfen konnte, der erkannte, dass nicht das Chaos, sondern ein grosses Grundgesetz: das des Deckenbaues, die Tektonik von ganz Bünden regiert, und er wie kein anderer wäre dazu berufen gewesen, diese erste Synthese zu erweitern und zu vertiefen, den Anschluss an die Nachbargebiete zu suchen, die grossen Zusammenhänge noch weiter aufzudecken. Er kam nicht mehr dazu, und mitten aus seinem viel versprechenden Schaffen entriss ihn uns der Tod. Dafür kamen andere und suchten von neuem ein kleinliches Chaos zu errichten mit konzentrischen und divergenten Schüben, drehender Kraftrichtung, und kreuz und quer das Gebirge regellos durchlaufenden Mulden. Die Zyndelsche Auffassung der Gebirge Graubündens als eines gewaltigen Paketes übereinanderliegender einheitlich von Süd nach Nord bewegter Decken, und damit zusammen die Lehre vom Deckenbau der Alpen überhaupt wurde als regionaltektonische Spekulation schlimmster, ja frivoler Art, als in höchstem Grade unwissenschaftlich zurückgewiesen.

Aber Unverstand und Beschränktheit konnten den Stein, den Zyndel ins Rollen gebracht, nicht mehr aufhalten. Die Ideen und Gedanken Zyndels lebten weiter, und heute, sechs Jahre nach Zyndels erster Synthese, finden wir durch alle neueren Detailaufnahmen, auch die von gegnerischer Seite, seine Ideen vom Deckenbau Graubündens vollauf bestätigt. Heute sind eine ganze Anzahl junger begeisterter Geologen damit beschäftigt, auf Zyndels Grundlagen weiterzubauen.

Immer weiter schreitet die Erforschung des herrlichen Gebirgslandes, Jahr für Jahr noch werden ständig neue Entdeckungen gemacht, und Jahr für Jahr fügt sich der Bau Graubündens immer schöner und vollkommener in den gewaltigen Rahmen der modernen Deckenlehre, und jedes Detail, und sei es auch noch so klein, vervollständigt und ergänzt die natürliche Ungezwungenheit derselben. Die Bedeutung der Detailfalten, der Verfaltungen der Decken, der Einwicklungen, die Gliederung des ganzen Vorganges in verschiedene

Phasen, tritt immer markanter in die Erscheinung und zeigt immer mehr das kunstvolle Ineinandergreifen der einzelnen Teile des grossen komplizierten Apparates. Was früher unverständlich, ja den Postulaten der neuen Lehre direkt entgegengesetzt erschien, wirkt heute mit als bescheidenes Ornament am grossen Deckengebäude.

Diese wachsende und stetsfort sich vertiefende Erkenntnis vom Deckenbau Graubündens bringt es nun mit sich, dass wieder mehr als früher auch den Erscheinungen im Längsprofil, als den gewaltigen Schwankungen der Bauelemente im Streichen, die gebührende Aufmerksamkeit zugewendet wird, kommen doch gerade im Längsprofil die grossen Linien des Alpenkörpers in prägnantester Form zum Ausdruck.

In mächtigen Wellen heben und senken sich die Axen der grossen tektonischen Einheiten, der Decken, im Verlaufe ihres Streichens vom Mittelmeer bis nach Wien. Gebiete hoher Kulminationen wechseln mit solchen tiefer Depressionen, und dazwischen finden sich wiederum Zonen mit langen das Gebirge durchschneidenden Zügen von Querfalten. Zonen ruhiger Kontinuität im Fallen der Decken- und Faltenaxen erfahren plötzlich brüske Flexuren, und alle diese Erscheinungen zeigen unzweideutige Beziehungen zu den Hebungs- und Senkungszonen im Vorland der alpinen Faltung, in den herzynischen Massiven.

Alle diese Erscheinungen, die durch Argand aus den penninischen, durch Lugeon und Arbenz aus den helvetischen Alpen schon lange bekannt sind, finden sich in Graubünden in ganz gleicher Weise wieder. Auch das Längsprofil durch Graubünden weist eine intensive Gliederung auf, und es ist der Zweck der folgenden Zeilen, die Grundzüge dieser Gliederung und deren Beziehungen zum Vorland, mehr skizzenhaft allerdings, und späterer Vervollständigung und Vertiefung bedürftig, kurz klarzulegen.

Dieses Längsprofil Graubündens ist keineswegs unbekannt oder gar neu. Schon die ältesten Erforscher des Gebietes, Escher und Studer, erkannten die Wichtigkeit des Längsprofils und gaben vor 80 Jahren bereits ein prachtvolles Längsprofil durch Mittelbünden, das in der Hauptsache auch heute noch zu Recht besteht. Ohne auch nur eine Ahnung von der modernen Deckenlehre gehabt zu haben, zeichnen diese Forscher den Granit des Piz d'Err und des Piz Gravasalvas als Decke flach auf den jüngeren Sedimenten. Nichts bezeugt mehr von der Genauigkeit und Vorurteilslosigkeit in der Beobachtung dieser ausgezeichneten Männer, als gerade diese für die damalige Zeit ausserordentlichen Profile. Die Längsprofile, die Theobald später vom Avers über den Piz Platta zum Piz Alv im Heutal, oder vom Lago di Mezzola über den Muretto, den Piz Tremoggia und Piz Bernina nach Bormio gezeichnet hat, bedeuten gegenüber der feinen Beobachtung eines Escher und Studer einen entschiedenen Rückschritt. Sie haben heute beinahe nur noch historischen Wert. Ein drittes Längsprofil endlich verdanken wir neuerdings Albert Heim, worin zum erstenmal zugleich ein Längsprofil durch die Decken wenigstens des westlichen und mittleren Bündens gegeben wird, und schliesslich reicht Argands grosses Längsprofil durch die Westalpen ebenfalls noch etwas in unser Gebiet hinein. Kleinere Längsprofilstücke gaben ferner Zyndel durch die Errgruppe, Paulcke durch das Unterengadin, Spitz und Dyhrenfurth durch die Unterengadiner und Münstertaler Dolomiten, die Sassalbo- und Piz Alv-Region am Berninapass, desgleichen Trümpy, und schliesslich ich selber durch das Berninagebirge, und insbesondere die Querfalten am Ostabfall dieser Gebirgsgruppe. Aus meiner tektonischen Karte der südöstlichen Schweizeralpen lassen sich auch bereits die Hauptzüge des ganzen Längsprofils herauslesen. Dasselbe ist nun auf der dieser vorliegenden Arbeit beigegebenen Tafel (Taf. VI) übersichtlich dargestellt.

Die markantesten Züge des Längsprofils sind die Kulminationen und Depressionen der Decken, sie seien zuerst behandelt. Flexuren im Axenfallen und Querfalten erscheinen mehr als ornamentales Detail und kommen daher für die Gliederung des Längenprofils erst in zweiter Linie in Betracht. Daraus ergibt sich dann die schliessliche Gesamtgliederung des Längsprofils, und wir können endlich zum Schlusse noch auf die Wechselwirkungen derselben mit der Gliederung des Vorlandes, sowie das Wesen und die Ursachen der Querfaltung noch etwas näher eingehen.

Beginnen wir mit den

Kulminationen und Depressionen.

P. Arbenz hat vor sechs Jahren in einer grosszügigen Studie zum erstenmal eine Gliederung des Längsprofils durch die östlichen helvetischen Alpen gegeben, und den Einfluss derselben auf das Vorland der Molasse, und umgekehrt dessen Rückwirkung auf die Ausbildung der helvetischen Decken eingehend beleuchtet. Diese Längsgliederung der östlichen helvetischen Alpen ist für das Verständnis des Längenprofils durch die Decken Graubündens von fundamentaler Bedeutung, sind doch die helvetischen Alpen östlich der Reuss, und die Zentralmassive im Besonderen, das direkte Vorland Graubündens gewesen; und es müssen sich ganz naturgemäss nahe Beziehungen zwischen den beiden Gebieten ergeben, sobald wir tiefer in das Längsprofil Graubündens eindringen.

Arbenz gliedert das Längsprofil der östlichen helvetischen Alpen von West nach Ost in folgende Elemente:

1. Die Kulmination des Berneroberlandes,
2. Die Depression des Haslitales,
3. Die Kulmination des Reusstales,
4. Die Depression Muottatal-Segnespass,
5. Die Kulmination von Vättis-Weesen,
6. Die Depression des Rheintales bei Feldkirch,
7. Die Kulmination des Bregenzerwaldes.

Die Kulminationen des Berneroberlandes und des Reusstals samt der dazwischen liegenden Haslidepression erkennen wir ohne Schwierigkeiten wieder in der mächtigen mehrteiligen Kulmination der penninischen Decken im nördlichen Tessin, der gewaltigsten Queraufwölbung der Schweizeralpen. Hier sind die tiefsten Bauelemente derselben, ja der Alpen überhaupt, aufgeschlossen, und von dieser hohen zentralen Wölbung sinken sowohl nach Westen wie nach Osten die Decken im Streichen in tiefe Depressionen hinab, um nie mehr auch nur annähernd dieselbe Höhe zu erreichen. Im Westen erscheinen in der Depression des Wallis sukzessive die höheren penninischen Decken in riesiger Mächtigkeit, und die tiefen Gneisdecken des Simplon und des Tessins verschwinden darunter auf Nimmerwiedersehen. Zwischen Val d'Aosta und Sion erreicht diese Walliserdepression ihre grösste Tiefe, und hier ist auch die höchste Walliserdecke, die Dentblanche, am vollständigsten erhalten geblieben. Von da an steigen die Axen wieder auf zur Kulmination des Gran Paradiso-Valsavaranche.

Gegen Osten verschwinden die Tessiner- und Simplondecken ebenfalls unter mächtigen höheren Einheiten, den Bündner-Äquivalenten der Walliserdecken, und diese ihrerseits tauchen immer noch weiter nach Osten unter in die gewaltige Depression Graubündens. Auf der Linie Tiefenkastel—Piz Tremoggia verschwinden auch die höchsten westalpinen Decken unter den riesigen Massen der sie bedeckenden Ostalpen, aber auch diese sinken noch immer weiter nach Osten, und noch immer höhere Decken bleiben in dieser enormen Bündnerdepression erhalten. Erst weit im Osten, im Unterengadin, heben sich die Axen der Falten und Decken wieder und steigen die westalpinen Glieder im Deckengebäude Bündens von neuem, als mächtiges Fenster, unter den ostalpinen Massen ans Tageslicht empor. Jenseits Val Sinestra aber sehen wir die Axen wiederum gegen Osten sinken, und die penninischen Bündnerschiefer verschwinden abermals unter den sie bedeckenden Ostalpen (s. Tafel VI).

An der äussersten Ostgrenze unseres Landes erkennen wir also deutlich eine starke Kulmination, die die gewaltige Bündnerdepression gegen Osten abschliesst.

Die ganzen rhätischen Alpen fallen in diese Bündnerdepression hinein. Westlich wird dieselbe begrenzt durch die Hauptkulmination der Alpen, die des Tessins, östlich durch die des Unterengadins. Noch viel gewaltiger und tiefer als die des Wallis, lässt sie auch die höheren und höchsten Teile des alpinen Deckensystems, die in den benachbarten Kulminationen schon längst abgetragen sind, in die Erscheinung treten, und deshalb ist auch die Gliederung Graubündens in Decken noch viel reicher als die des Wallis. Jenseits der Unterengadiner Kulmination verschwinden die westalpinen Glieder Graubündens unter den mächtigen Gneismassen der Oetztaleralpen, um erst 50 km weiter östlich am Brenner im Fenster der Hohen Tauern wieder darunter hervorzutauchen.

Wir können also in grossen Zügen zwischen Tessin und Tauern sofort folgende Gliederung des Längsprofils vornehmen:

1. Die Tessiner Kulmination,
2. Die Bündner Depression,
3. Die Unterengadiner Kulmination,
4. Die Oetztaler Depression,
5. Die Tauern Kulmination.

Wir haben östlich der grossen zentralen Tessiner Kulmination zwei weitere wichtige Kulminationen im Alpenkörper, zu denen sich weiter im Osten endlich noch die Kulmination des Semmeringgebietes gesellt.

Wie sind nun diese Elemente Graubündens in Verbindung zu setzen mit den von Arbenz gefundenen des helvetischen Vorlandes?

Dass die beiden Kulminationen des Aarmassivs westlich der Reuss der mehrteiligen Tessiner Hauptkulmination entsprechen, ja zum Teil ihre direkte Fortsetzung sind, wurde bereits oben gesagt und ist allgemein bekannt. Wie aber gestalten sich die Dinge weiter östlich? Vor die eine weite Bündnerdepression fallen nicht weniger als drei selbständige Elemente im Vorland, nämlich die Depression des Segnespasses, die Vättiser Kulmination und die Rheintaler Depression. Die Vättiser Kulmination kann doch nie und nimmer als Äquivalent der Unterengadiner Aufwölbung gelten, von der sie ja bei annähernd gleichem Querstreichen über 60 km entfernt ist.

Vielmehr entspricht die flache Depression des Rheintales bei Feldkirch, mit ihrem gegen Westen wie gegen Osten kontinuierlichen Steigen der Axen, der Depression zwischen Klosters und dem Unterengadin, d. h. der Quermulde, in welcher heute die Silvrettadecke als oberste tektonische Einheit Bündens liegt, und die Unterengadiner Kulmination, die östlich an dieselbe anschliesst, findet ihren Ausdruck alpenauswärts in der Queraufwölbung des Bregenzerwaldes, die durch das einzigartige Auftreten des Malm an der Canisfluh bei Au charakterisiert wird.

Die Depression des Rheintales ist die Fortsetzung der Silvrettadepression, die Kulmination des Bregenzerwaldes jene der Unterengadiner Aufwölbung.

Die zwei grossen Kulminationen des Reusstals und des Bregenzerwaldes sowie die grosse Depression des Rheintals lassen sich also vom Alpenrand bis weit ins Innere des Gebirges hinein verfolgen. Umgekehrt machen sich aber auch Oetztaler Depression und Tauern Kulmination bis hinaus in die Bayrischen Kalkalpen geltend. Von der Transversale Au—Unterengadin sinken die kalkalpinen Teildecken in ihrem Streichen konstant nach Osten, eine gewaltige Schuppe häuft sich auf die andere, und je weiter wir nach Osten vordringen, in um so höhere Elemente der Kalkalpen gelangen wir. Über die Schubmassen der Allgäuerdecken legt sich diejenige der Lechtaleralpen, über diese die Wetterstein- und endlich die Inntaldecke. Im Miemingergebirge zwischen Landeck und Innsbruck, genau vor der grossen Depression der Oetztalermasse, liegt der tiefste Punkt der kalkalpinen Axen. Von da an heben sie sich wieder gegen Osten heraus, die oberste Kalkalpendecke Westtirols, die Inntaldecke, verschwindet wiederum im Streichen, sie steigt in die Luft, und unter ihr erscheinen nordöstlich Innsbruck im Karwendelgebirge von neuem die tieferen Elemente des Wettersteins. Erst jenseits der Salzach, wo im Süden die penninischen Gesteine der Tauern wieder ostwärts, und diesmal definitiv, untersinken unter das ostalpine Kristallin der Muralpen, stellt sich die Inntaldecke, wenn auch z. T. in veränderter Fazies, wieder ein, und darüber erscheinen endlich die höchsten tektonischen Elemente der Alpen überhaupt, Hallstätter- und Dachsteindecke. Dem Untersinken der penninischen Bündnerschiefer im Unterengadin und oberen Inntal unter die Oetztalermasse entspricht in den Kalkalpen genau das Ostwärtssinken von Allgäuer-, Lechtaler- und Wettersteindecke unter die Inntaldecke, dem Emporsteigen des Penninikums am Brenner und in den westlichen Tauern das Wiederansteigen der Inntaldecke im Karwendel. Das Fallen der Axen östlich der

Tauern endlich findet sich in gleicher Weise wieder in den nördlichen Kalkalpen östlich der Salzach, wodurch selbst die höchsten Elemente der Alpen, Hallstätter- und Dachsteindecke, bis unter das allgemeine Erosionsniveau hinunter gelangen.

Tauernkulmination und Oetztalerdepression lassen sich also tatsächlich gerade wie Tessiner- und Unterengadiner-Kulmination, und genau wie die Depression der Silvretta und des Rheintales oder wie die des Wallis über weite Gebiete, oft über 60, ja stellenweise bis gegen 100 km weit, quer durch das ganze Gebirge verfolgen.

Nur die Kulmination von Vättis schien zunächst gar keine Fortsetzung alpeneinwärts zu haben. Dies erschien um so merkwürdiger, als doch gerade die Vättiser Kulmination an sich viel bedeutender ist und viel tiefer greift als jene des Bregenzerwaldes, und als doch eben diese an sich viel schwächere Aufwölbung eine mächtige südliche Fortsetzung in der Unterengadiner Kulmination besitzt. Diese tiefgreifende, bis ins hercynische Grundgebirge reichende Vättiser Kulmination konnte doch südwärts nicht plötzlich einfach aufhören und in der gewaltigen Depression Graubündens verschwinden. Eine gewisse Fortsetzung derselben musste irgendwo vorhanden sein, und sie ist auch tatsächlich, wenn auch vielerorts nur schwach angedeutet, noch weit hinein ins Innere des Gebirges nachweisbar.

Alpenauswärts sehen wir zunächst die Kulmination von Vättis sich mächtig erweitern im System der helvetischen Decken; die scharfe Aufwölbung von Vättis selbst wird immer mehr zu einem breiten flachgebogenen Rücken in den helvetischen Decken. Derselbe verläuft westlich an den Grauen Hörnern vorbei durch das hintere Weisstannental und die Gegend des Spitzmeilen teils gegen Weesen, teils aber auch gegen den mittleren Walensee zu. Dort sehen wir z. B. bei Quinten die Mürtschendecke einen ihrer axialen Höhepunkte erreichen, von welchen aus sie sowohl nach Osten wie nach Westen langsam sinkt. Die Fortsetzung der Vättiser Kulmination alpeneinwärts sollte also ungefähr auf eine Verlängerung der Linie Quinten-Vättis oder vielleicht allgemeiner Walensee-Vättis, zu liegen kommen, und diese weist hinein ins Oberhalbstein und oberste Engadin. Sind dort Spuren einer Kulmination in den Decken Graubündens nachzuweisen? In den folgenden Zeilen soll dies versucht werden.

Im allgemeinen und in grossen Zügen fallen die Decken des Oberhalbsteins und des Oberengadins allerdings alle flach nach Osten unter die höheren Decken ein, aber eben nur im allgemeinen. Betrachten wir zunächst die Verhältnisse im obersten Engadin.

Tief greift dort das Penninikum als mächtiges Halbfenster ins ostalpine Deckenland hinein, uns die Unterlage desselben in grossartiger Weise enthüllend. Von Surlej, wo das Ostalpine sich wie ein Tunnel über den penninischen Gesteinen schliesst, sehen wir die Unterfläche der ostalpinen Decken in verschiedenen flachen Wellen langsam gegen Westen ansteigen. Nördlich Sils ist dies am Lagrevmassiv prachtvoll zu sehen. Jenseits der Fuorcla Gravasalvas streichen am P. 2928 die ostalpinen Decken in die Luft hinaus, und ihre Fortsetzung wäre eigentlich hoch über den Gipfeln des Piz Gravasalvas und Piz Materdell zu erwarten. Statt dessen sehen wir jenseits des Passes die ostalpinen Decken im Streichen wiederum tief hinabsinken, und die Massen des Piz Materdell und des Piz Gravasalvas sind nicht penninisch, wie wir fast erwarten durften, sondern ostalpin. Erst westlich des Piz Gravasalvas heben sich die ostalpinen Decken definitiv und für immer in die Luft hinaus. An der Fuorcla Gravasalvas stehen wir also vor einer ausgeprägten, deutlichen Kulmination in der Unterfläche der ostalpinen Decken, die sich durch drei tektonische Einheiten: Bernina-, Err- und Margnadecke hindurch zu erkennen gibt (s. Tafel VI).

Eine ähnliche Kulmination wie an der Fuorcla Gravasalvas finden wir im Kleinen auch bei Surlej. Die ostalpinen Decken fallen dort zunächst gegen Westen ein; erst halbwegs Sils steigen sie definitiv gegen die Fuorcla Gravasalvas hinan. Wie dort kommt auch hier diese Kulmination besonders im Verlauf der Berninadecke zum Ausdruck. So scharf wie die Aufwölbung an der Fuorcla Gravasalvas ist die Kulmination von Surlej allerdings nicht, sie ist gegenüber derselben auch mehr von sekundärer Bedeutung.

Versuchen wir nun diese Oberengadiner Kulmination in ihrem Streichen weiter nach Norden, alpenauswärts zu verfolgen. In den Bergen südlich der Julierstrasse fehlen zunächst Spuren einer solchen Queraufwölbung, wenigstens sind solche durch die Arbeiten von Cornelius bis jetzt nicht bekannt geworden, und es ist wohl möglich, dass die Kulmination, die wir zwischen Lagrev und Materdell erkannt haben, in ihrer direkten Fortsetzung nördlich bald ausklingt. Dafür treffen wir aber in der Gegend von Bivio, kaum 5 km nordwestlich der Fuorcla Gravasalvas, von neuem auf deutliche Anzeichen einer ziemlich kräftigen Kulmination. Leider fehlen immer noch Detailuntersuchungen über dieses hochinteressante Gebiet, aber die Tatsache einer beträchtlichen Queraufwölbung in der Gegend von

Bivio lässt sich schon aus den Angaben von Zyndel und Cornelius herauskonstruieren, und eigene Begehungen, die ich im Jahre 1915 in der dortigen Gegend machte, bürgen mir für die Richtigkeit jener Grundlagen.

Am Piz Nair östlich Bivio, dem Piz Brascheng oder Barscheng der älteren Karten, tauchen die Gesteine der Margnadecke, hier hauptsächlich Bündnerschiefer und Ophiolithe, unter die geschlossenen Massen der altkristallinen Errdecke. Das Ganze fällt flach nach Osten ein. Der P. 2464, dem Piz Brascheng westlich vorgelagert, besteht noch aus penninischen Grüngesteinen. Der Überschiebungskontakt der Errdecke zieht sich, soviel ich mich dessen erinnere, weiter östlich noch ziemlich hoch am Abhang des Piz Brascheng durch. Die Gesteine der Errdecke streichen, dies ist sicher, über den P. 2464 hinaus in die Luft. Ihre auch nur geradlinige Verlängerung käme hoch über die Kette des Piz Scalotta jenseits der Julia zu liegen. Statt dessen aber sehen wir am Piz Scalotta eine ausgedehnte Klippe der Errdecke erhalten, die nicht nur etwa die Gipfelregion, sondern fast den ganzen Berg bis auf die Höhe von ungefähr 2400 m herab zusammensetzt. Würde diese Klippe des Scalotta über Crap Radonds noch weiter kontinuierlich nach Osten sinken, so träfen wir die Errgesteine noch am ganzen Hang ob Bivio, und die Überschiebung der Errdecke auf das Penninikum würde, wenn nicht im Tal der Julia selbst, so doch nur in geringer Höhe östlich desselben verlaufen. Niemals aber könnte das Penninikum östlich Bivio bis über 2450 m hinauf alle Gehänge bilden (vergl. Taf. VI).

Diese Tatsachen zeigen vielmehr deutlich, dass die Klippe des Scalotta in ihrem Streichen gegen Osten sich wieder bedeutend heben musste, um über den Crap Radonds und P. 2464 hinweg wiederum mit flachem Ostfallen den Piz Brascheng zu erreichen. Mit andern Worten: eine Kulmination in der Unterfläche der ostalpinen Decken ergibt sich auch bei Bivio.[1]

Ob dieselbe die gerade und direkte Fortsetzung der Aufwölbung an der Fuorcla Gravasalvas darstellt, was durchaus nicht ausgeschlossen ist, bleibt vorderhand unsicher, aber auf alle Fälle steht die Oberengadiner Kulmination nicht allein da, und die Linie Fuorcla Gravasalvas—Bivio bildet, wenn nicht eine einzige durchgehende Kulmination der Decken, so doch eine auffallende Zone von solchen.

---

[1] Tatsächlich fallen auch am obern Crap Radond und in den Felspartien nördlich Plang Tschuigls die Bündnerschiefer und Ophiolithe der Margnadecke auf eine längere Strecke nicht wie sonst nach Osten, sondern flach nach Westen ein. (Nachträgliche Beobachtung vom Februar 1919.)

Wir finden also tatsächlich Spuren ausgedehnter Kulminationen in der südlichen Verlängerung der Vättiser Aufwölbung. Auf jeden Fall stehen diese beiden Queraufwölbungen des Oberengadins und von Bivio deutlich hinter der von Vättis, und sind mit keiner anderen des Vorlandes in Beziehung zu bringen. Forschen wir weiter!

Nordwestlich von Savognin begegnen wir zum zweitenmal im Oberhalbstein den ostalpinen Massen auf der Westseite des Tales in der Dolomitklippe des Piz Toissa, und hier wie bei Bivio sehen wir im Tal den Zusammenhang mit dem ostalpinen Gebirge unterbrochen, und die penninischen Gesteine hervortreten. Die Klippe des Piz Toissa liegt in ganz gleicher Position wie die des Piz Scalotta. Sehen wir näher zu!

Mehr oder weniger flach fällt im „Stein“, der dem Tal den Namen gegeben, die ostalpine Serie nach Osten ein. Westlich davon erscheinen oberhalb Salux und Dèl die penninischen Bündnerschiefer und Ophiolithe, zwar stark gefältelt, aber in viel flacherer Lagerung als jenseits des Tales am Stein. Die Brücke vom „Stein“ zum Piz Toissa ist durch diese Schiefer unterbrochen. Am Piz Toissa selbst fällt die ostalpine Trias nur kaum oder nur äusserst schwach nach Osten, ja an manchen Stellen sogar deutlich nach Westen ein. Auf alle Fälle aber steigen die Kössenerschichten und Liasbreccien des Toissa nicht nach Osten, sondern nach Westen hinab; die Übereinstimmung zwischen Zyndel und Mylius ist in dieser Beziehung bemerkenswert. Ob auch die Überschiebungsfläche unter dem Toissa selbst diese lokale Aufwölbung nach Osten mitmacht, lässt sich leider nicht konstatieren. Unter allen Umständen aber sehen wir auf dem Profil Toissa—Salux—„Stein“ abermals eine quere Aufwölbung in den Decken, analog derjenigen von Bivio. Dass dieselbe nur sehr flach ist, hat nichts zu bedeuten, die Hauptsache ist, dass überhaupt solch eine Unregelmässigkeit vorhanden ist. Sowohl auf den Profilen Meyers durch das Schams wie Mylius' durch den Piz Toissa kommt dieselbe deutlich zum Ausdruck.[1]

Wir haben also zwischen Piz Toissa und dem Lauf der Julia in gleicher Weise wie bei Bivio eine flache Kulmination vor uns, die wir als Saluxer Kulmination bezeichnen können. Dass dieselbe nicht bloss eine zufällige ist, ersehen wir daraus, dass sie genau auf die Verbindungslinie Vättis—Bivio—Fuorcla Gravasalvas fällt und in dieser Richtung südlich Savognin in den Vorbergen des Piz Arblatsch auch tatsächlich eine deutliche Fortsetzung besitzt.[1] Deren Bedeutung erhöht sich noch, wenn wir sehen, dass auf dieser gleichen Linie von Kulminationen in der nördlichen Fortsetzung der Queraufwölbung von Salux—Arlòs eine weitere kleine, dafür aber umso schärfere Kulmination sich findet, diejenige, dank welcher unter den Schamserdecken zwischen Solis und Tiefenkastel die basalen Viamalaschiefer nochmals als Fenster hervortreten. In den riesigen Bündnerschiefermassen des Stätzerhorns verliert sich nach unseren jetzigen Kenntnissen diese Kulmination, hingegen können wir das Zutagetreten der helvetischen Reste im Domleschg als Anzeichen einer durchaus analogen Queraufwölbung den Kulminationen dieser Zone anschliessen.

---

[1] Das westliche Einsinken des vorderen Piz Toissa ist noch stärker ausgeprägt als auf den Profilen ersichtlich, und harmoniert, wie man z. B. von der Poststrasse zwischen Tinzen und Roffna aus prachtvoll sehen kann, vollständig und ausgezeichnet mit dem westlichen Einsinken der Axen in der dahinter erscheinenden Ringelspitzgruppe. (Februar 1919.)

Wir haben also tatsächlich in der rückwärtigen Verlängerung der Vättiser Kulmination, die wir als eine tiefgreifende, bis auf den hercynischen Untergrund entblösste und ausgeprägte kennen, eine ganze Reihe von Stellen, wo die Decken nicht wie sonst in Graubünden flach nach Osten fallen, sondern wo dieselben zu einer deutlichen Kulmination im Streichen ansteigen. Die Fuorcla Gravasalvas, Bivio, die Gegend zwischen Roffna und Piz Arlòs, Salux und die Schlucht der Albula zwischen Solis und Müstail markieren die einzelnen Punkte dieser Kulminationszone (s. Tafel VI!).

Dieselbe können wir aber auch noch weiter nach Süden verfolgen.

In den obersten Teilelementen der Margnadecke lässt sich die Aufwölbung der Fuorcla da Gravasalvas noch schwach erkennen, die kristallinen Kerne dieser Decke dagegen scheinen mitsamt ihren tiefgreifenden Synklinalen in der Gegend von Gravasalvas und Plaun da Lej dieselbe nicht mehr mitzumachen, sie sinken konstant nach Osten ein. Auch in den Bergen von Fex und Fedoz scheinen zunächst Anzeichen einer Kulmination zu fehlen. Doch ist dieselbe dort, wenn auch nur schwach vorhanden. Während an der Margna und auf der Strecke Maloja—Sils die Axe der Decke stark, zum Teil überstürzt, nach Osten sinkt, sehen wir dieselbe in der Gegend des Piz Güz und Led fast horizontal nach Osten ziehen, ja stellenweise am Piz Led sogar nach Osten steigen. An der Fuorcla Chapütsch im hintersten Fex sehen wir die kristallinen Schiefer der Fedozserie, statt wie gewöhnlich nach Osten, nach Westen einfallen. Der Pass selbst liegt in der Axe, im Scheitel der Wölbung. Das Westfallen hält zwar nicht lange an, es macht schon vor dem Firngrat des Fora wiederum flachem Ostfallen Platz. Eine kleine Kulmination im kristallinen Kern der Margnadecke ist also an der Fuorcla Chapütsch vorhanden. Auch westlich Platta im vorderen Fex fallen die Gneise der Malojaserie lokal, nicht wie sonst axial nach Osten, sondern nach Westen ein, und dasselbe beobachten wir zum Teil auch an der Trias von Laret, so dass wir auch dort kleine Teilkulminationen im Kern der Decke vor uns sehen.

---

[1] Die Bündnerschiefer des Piz Arlòs im Nordgrat des Piz Arblatsch steigen im Gegensatz zu denen des Piz Arblatsch und Forbisch gegen Osten, d. h. gegen den Engpass von Roffna, deutlich und stellenweise ziemlich stark an. (Februar 1919.)

Die Kulminationen des Oberhalbsteins und der Fuorcla Gravasalvas finden also auch noch weiter südlich in den kristallinen Kernen der Margnadecke weitere, wenn auch nur schwache Äquivalente (s. Tafel VI, Profil 6).

Von der Fuorcla Chapütsch steigen wir hinunter in die Tiefen des Malenco, im Angesicht des Monte della Disgrazia. An der Nordwestwand des herrlichen Berges tauchen Trias und Gneise der Surettadecke, die wir vom Bergell durchs ganze Fornogebiet verfolgen konnten, steil ostwärts unter die Serpentine von Val Malenco. Disgrazia, Pizzo Cassandra, Pizzo Ventina, Monte Braccia und Pizzo Senevedo bestehen zu ihrem grössten Teil aus denselben. Bis jenseits Valle Ventina hält das östliche Einsinken der Serpentine an, dann heben sie sich wieder nach Osten heraus, und darunter hervor steigen in den tiefen Talgründen von Chiesa und Lanzada von neuem die Triasgesteine und Gneise nach Osten empor, dieselben, die am Monte della Disgrazia unter den Serpentinen verschwunden waren. Erst östlich Lanzada und Tornadri senken sich die Axen abermals nach Osten und verschwinden Trias und Gneise der Suretta für immer unter den Serpentinen und den höheren Decken des Malenco. Trias und Gneise der Suretta treten bei Lanzada fensterförmig unter ihrer Serpentinhülle hervor, und dieses Fenster von Lanzada verdankt sein Dasein nur dem nochmaligen Emporsteigen der Axen im Streichen, d. h. einer starken tiefgreifenden Kulmination (vergl. Tafel VI, Profil 7).

Die Kulmination von Lanzada liegt genau im Streichen der grossen Zone von Queraufwölbungen, die wir nun vom Walensee über Vättis, Solis, Salux und Bivio bis ins oberste Engadin als solche kennen; sie ist deren letzte südliche Fortsetzung.

Damit haben wir nun aber auch für die Zone der Vättiser Kulmination einen weithin das Alpengebirge durchquerenden Verlauf nachgewiesen, auf Grund dessen wir die ganze gewaltige Depression zwischen Unterengadin und Tessin, die Bündnersenke, in zwei gleichwertige Teile zerlegen können.

Die Bündner Depression wird durch eine weitreichende **Zone** von Kulminationen, die im Grossen der Vättiser Queraufwölbung im Vorland entsprechen, in eine westliche und eine östliche Hälfte geteilt, die Depression Westbündens und die Ostbündens. Diese Depressionen decken sich heute in weitgehendem Masse mit dem Areal der westalpinen und der ostalpinen Decken. In der Senke Westbündens treten heute die westalpinen, in derjenigen Ostbündens die ostalpinen Decken in ihren grössten Massen an die Oberfläche. Die östliche Depression birgt in ihrem Grunde die Silvrettadecke, wir können sie daher auch Silvrettadepression heissen, im Grunde der westlichen Senke liegen die Klippen des Toissa, Scalotta und Materdell, und wir können dieselbe daher auch als die Depression Toissa—Scalotta—Materdell bezeichnen.

Unsere Wanderung durch Bünden ist für einmal wieder zu Ende. Sie hat uns ermöglicht, mehr als bisher eine Gliederung auch im Längsprofil dieses Gebirgslandes durchzuführen. Von Westen nach Osten können wir im Längsprofil Bündens nun folgende Elemente unterscheiden:

1. Die Tessiner Kulmination,
2. Die Depression Westbündens oder die Depression Toissa—Scalotta—Materdell,
3. Die Kulminationszone Vättis—Lanzada,
4. Die Depression Ostbündens oder die Silvrettadepression,
5. Die Unterengadiner Kulmination.

Oetztaler Depression und Tauern Kulmination liegen bereits ausserhalb unseres engeren Gebietes.

Auf einer Strecke von über 100 km trennen die Kulminationen zwischen Vättis und Lanzada die benachbarten Depressionen. Im Norden sehen wir sie die helvetischen Decken und den hercynischen Untergrund erfassen, im Süden die zwei oberen penninischen, im Oberhalbstein die drei unterostalpinen Hauptdecken und die Schamserdecken. Bei Vättis und Lanzada ist die Form der Aufwölbung am stärksten, zwischendrin und in den helvetischen Decken ist sie weniger stark, am schwächsten in der obersten Decke, die sie betrifft, der des Piz d'Aela—Toissa.

Die Intensität der Kulminationen ist im autochthonen Untergrund und in den tieferen Decken die grösste, gegen oben verlieren sie an Prägnanz.

Die Depressionen, die diese zentralen Bündnerkulminationen begleiten, sind in ihrer Intensität sehr ungleichwertig. Die Senke des westlichen Bündens geht bei weitem nicht so tief hinab wie die der Silvretta. In ihr sind daher auch die ostalpinen Decken nur mehr in einzelnen Klippen, in Rudimenten erhalten, während umgekehrt in der tiefen Silvrettasenke alle penninischen Glieder Graubündens weit unter der heutigen Oberfläche verborgen bleiben. Der Grund der westlichen Senke liegt ganz nahe der trennenden Kulmination, heben sich doch am Piz Toissa, am Scalotta, am Materdell und an der Disgrazia die Deckenaxen, kaum einige Kilometer von der grossen Aufwölbung entfernt, wiederum definitiv nach Westen empor. Der Grund der westbündnerischen Senke liegt auf der Linie Piz Toissa—Piz Scalotta—Piz Gravasalvas—Monte Braccia, und die Klippen des Toissa, Scalotta, Gravasalvas und Materdell verdanken nur dieser Senke, in der sie vor der Erosion am besten geschützt waren, noch ihr Dasein. Ohne dieselbe wären sie schon längst durch Abtrag verschwunden.

Östlich der grossen Vättiser Aufwölbung erreichen im Säntisgebirge die Falten der helvetischen Decke eine weitere kleinere Teilkulmination. Etwas ähnliches sehen wir in Graubünden, wo auch wenig östlich der Kulmination des Oberhalbsteins in der Errgruppe eine kleine Teilaufwölbung erscheint, dank welcher im hinteren Val Bever der Untergrund der Errdecke nochmals zum Vorschein kommt. Ein gewisses Äquivalent dieser Teilkulmination haben wir ja bereits auch schon von Surlej kennen gelernt, und ähnliche Teilelemente werden sich wohl noch mehr finden lassen. Damit sei aber nicht gesagt, dass dieselben die Fortetzung der Kulmination der Säntisfalten seien, sondern nur, dass sie sich in ähnlicher Lage befinden wie jene.

Die Unterengadiner Kulmination setzt sich südwärts noch weiter fort. Ihr beidseitiges Untertauchen im Streichen finden wir in gleicher Weise in der Sesvennamasse, und das Ansteigen der Axen aus der Silvrettadepression gegen Osten erkennen wir noch am Ortler. Auch Unterengadiner Kulmination und Silvrettadepression erreichen damit eine Länge von über 100 km, und stellen sich damit würdig an die Seite der grossen westalpinen Kulminationen und Depressionen.

Damit sei für einmal die Frage der Kulminationen und Depressionen verlassen, und wir gehen weiter zum Problem der

Querfalten.

In weiten Wellen heben und senken sich die Decken Bündens in ihrem Verlaufe von West nach Ost. Flache Kulminationen wechseln mit tiefen Senken, in denen selbst die höchsten Glieder des Gebirges erhalten geblieben sind. Ein weites, ruhiges An- und Absteigen aller Axen, das ist das allgemeine Bild des Längsprofils. Aber an gewissen Stellen wird diese fast majestätische Ruhe gestört, das Axenfallen ist nicht mehr gleichmässig nach einer Seite hin, sondern es macht einer unruhigen Faltung Platz, die schief oder quer das Gebirge auf mehr oder weniger grosse Strecken durchzieht. Oft sind diese Querfalten von bedeutender Grösse, sie ergreifen ganze Deckenpakete, oft sind sie weniger gefährlich und verbiegen nur die Überschiebungsfläche einer Decke mit ihrer Nachbarschaft, und oft endlich finden wir sie nur in einzelnen Teilen der Decken, am meisten wohl in den plastischen Schieferzonen der Schistes lustrés.

Als „Querfalten" wurden einstmals alle die die Alpen quer durchstreichenden Muldenzüge zwischen quer zum gewöhnlichen Alpenstreichen gerichteten Zentralmassiven aufgefasst, und als solche Querfalten waren in Graubünden unter anderen die mesozoischen Muldenzonen des Misox, des Splügen, des Avers, des Oberhalbsteins, des Fextales bezeichnet worden. Die Deckentheorie hat mit diesen älteren „Querfalten" samt und sonders aufgeräumt und sie alle in einem neuen Lichte erscheinen lassen. Heute ist nachgewiesen, dass dieselben keine echten Querfalten sind. Sie sind nur die querverlaufenden Erosionsanschnitte schief axial einfallender liegender Mulden, die im übrigen ganz normal streichen. Lugeon und Albert Heim haben das Verdienst, diese einstigen Querfalten der Misoxer-, Splügener-, Averser- und Oberhalbsteinermulde in ihrer richtigen Bedeutung zuerst erkannt zu haben. Aber auch jetzt noch werden solche Zonen jüngerer Gesteine, die ganz analog wie Misoxer-, Splügener- und Aversermulde quer zur allgemeinen Streichrichtung der Alpen zwischen zwei kristallinen Massen verlaufen und die als Austritt einer flach axial sinkenden, zwei verschiedene Decken trennenden Sedimentplatte zu deuten sind, als Querfalten und Quermulden bezeichnet. So z. B. der Sassalbo! Ein Verfahren, das eben je nach dem Erosionsanschnitt der betreffenden Zone zu solch verwirrten Begriffen wie konzentrischen oder divergenten Schüben, Drehen der Kraftrichtung, bogenförmiger Überschiebung nach allen Richtungen, und anderem mehr führen muss.

Solche Querfalten sind hier allerdings nicht gemeint, sondern nur diejenigen, bei denen wirklich querstreichende Umbiegungen tatsächlich beobachtet worden sind. Diese Art von Querfalten ist erst in den letzten Jahren mehr und mehr bekannt geworden, und es ist mir deshalb natürlich nicht möglich, eine vollständige Zusammenstellung aller Querfalten Graubündens zu geben. Nur einige Hauptzüge seien herausgegriffen.

Eine wichtige und in ihrer relativen Einfachheit überaus klare Zone von Querfaltungen kennen wir aus der Gegend des Berninapasses. Dort sind Bernina- und Languarddecke, die sonst ruhig flach ostfallend übereinanderliegen, intensiv miteinander verfaltet, und diese Verfaltungen streichen annähernd quer zum gewöhnlichen Alpenstreichen. Weiter im Süden ergreift dieselbe Querfaltung auch noch die tieferen Decken bis hinab zur Margnadecke, ja vielleicht bis hinab zum Malencoserpentin. Auf eine Länge von über 15 km verfolgen wir diese Querfaltung am Ostabfall des Berninagebirges vom Val d'Arlas über den Sassal Masone bis nach Selva im Puschlav (Prof. 6,7).

Eine zweite Zone von Querfalten folgt weiter östlich in der Grenzregion zwischen Berninalanguard- und Campodecke. Der Sassalbo, diese prachtvolle liegende, in sich wohl enorm komplizierte, aber nicht nach Westen geöffnete, gegen Süden und nicht gegen Osten geschlossene Mulde zwischen Languard- und Campodecke, sinkt nicht überall flach unter die höhere Decke ein, sondern er ist mit derselben durch querverlaufende Falten schwach verfaltet. Eine eigentliche Überkippung der Überschiebungsfläche wie am Berninapass findet am Sassalbo nicht statt. Hingegen finden wir eine solche angedeutet am Pizzo Campaccio im oberen Valle Abrie, wo das Kristallin der Campodecke unten im Tal flach ostfallend über der liegenden Trias liegt, höher oben aber infolge starker Querfaltung nicht nur senkrecht gestellt, sondern sogar wiederum nach Osten überkippt wird, also steil nach Westen fällt. Aber gerade hier und im oberen Livigno ist unter der die Überschiebungsfläche steilstellenden Querfalte das weitere flache Untertauchen des Mesozoikums unter das Kristallin der höhern Decke prachtvoll sichtbar und ein muldenförmiger Zusammenschluss des obern und untern Kristallins ist **nirgends** zu sehen. Wohin des weitern diese zweite Querfaltenzone, die der Sassalboregion, hinstreicht, entzieht sich zurzeit noch unserer Kenntnis, aber sicher ist ihr Verlauf zwischen dem Sassalbo und dem obern Livigno auf eine Strecke von über 20 km festgestellt. Die Überschiebungsflächen werden zum Teil nur schwach mehr flexurartig im Streichen verbogen, zum Teil aber auch überkippt. In der Sedimentzone des Sassalbo selbst kommt es dabei zu einer intensiven quergerichteten Kleinfältelung.

Zwischen diesen beiden Hauptquerfaltungszonen finden wir noch eine dritte im Val del Fain, durch welche die Überschiebungsfläche der Languarddecke flexurartig zur Tiefe gebogen und der liegende

Alvzug zum Teil stark quer gefältelt wird. Trümpy erwähnt Querfaltung auch vom Colle del Fieno, doch gehört dieselbe wohl zur Sassalbozone.

Weiter im Osten sind quer zu den Alpen streichende Falten aus den Unterengadiner Dolomiten und endlich vom Piz Lad und vom Endkopf bekannt, beidseits der grossen Unterengadiner Kulmination, und am Ostende der Oetztaler Depression gelangt durch Querfaltung die „lepontinische“, besser unterostalpine Serie des Tribulaun lokal auf die oberostalpine Oetzmasse. Die Querfalten der Unterengadiner Dolomiten sollen nach Spitz und Dyhrenfurth sowohl nach NE als auch SE im Streichen bogenförmig umbiegen und die Scheitelregion eines von E nach W bewegten Faltenbogens bilden. Dieses bogenförmige Umschwenken wird als solches erst noch zu beweisen sein. An vielen Stellen, wo es vorhanden sein sollte, ist nichts davon zu sehen, wie ich mich noch zusammen mit Zyndel wohl überzeugen konnte. Auch ist die Zahl der wirklichen unzweifelhaften NS streichenden Scharniere nicht so gross wie angegeben wird. Manche beruhen auf rein optischen Täuschungen, so die am Piz Daint, eine Ansicht, die auch von Argand, der das Münstertal besucht hat, geteilt wird. Immerhin sind quer zur Alpenrichtung streichende Falten vorhanden, wir dürfen also von Querfalten im Unterengadin sprechen.

Die Querfalten Graubündens sind aber nicht nur auf den Osten beschränkt, sie kommen in ganz gleichem Masse auch im Westen vor. Ein ganzes Bündel solcher quer das Gebirge durchlaufender Faltenzüge findet sich wenig westlich der Kulmination Vättis-Lanzada, dieselbe auf weite Strecken begleitend. Vom Monte della Disgrazia lässt sich dieses Faltenbündel über den Muretto und den Septimer bis ins Avers und Schams hinaus verfolgen, auf eine Strecke von 50 km quer durch das ganze Deckensystem Graubündens hindurch (vergl. Tafel VI, Profile 4, 5, 6, 7!).

An der Disgrazia sehen wir die Axe der Surettadecke in steiler Flexur nach Osten einsinken, stellenweise sind dort Dolomite und Gneise derselben quer miteinander verfaltet. An der Cima di Vazzeda beobachten wir Ähnliches, auch kleine Überkippungen der Faltenaxen, wodurch die Trias oft quer unter ihre normale Unterlage hinein gerät. Die Steilstellung in der Kette des Monte del Forno ist ebenfalls auf Querfaltung zurückzuführen, denn sowohl weiter östlich im Malenco, wie weiter westlich im Bergell fallen die Surettagesteine stets flach axial nach Osten. Am Pizzo dei Rossi ist die Basis der Margnadecke, statt wie gewöhnlich im Malenco und wiederum im oberen Bergell flach nach Osten zu sinken, steil aufgerichtet und sogar überkippt, und nördlich des Murettopasses sehen wir dieselbe in prachtvollem Bogen wieder ostwärts flach zur Tiefe schiessen. Für einen Ost-Westschieber eine herrliche Stirnfalte wie am Sassal Masone und anderswo. Jenseits Plancanin treffen wir dieselbe Querfaltung wieder, aber hier sehen wir, wie die am Pizzo dei Rossi aufgerichtete und überkippte Basis der Margnadecke mit einem neuen, diesmal gegen Osten gekehrten scharfen Knie wiederum nach Westen zurückschwenkt, um von da an kontinuierlich in dieser Richtung zu steigen. Die Stirnfalte einer Ost-West bewegten Margnadecke am Pizzo dei Rossi liesse sich also nicht aufrecht erhalten. Im Talgrund von Casaccia und bei Maloja ist von einer eigentlichen Querfaltung nichts zu sehen, alles sinkt gleichmässig axial nach E. Hingegen treffen wir wiederum auf eine Querfaltung, dieselbe offenbar wie am Muretto, am Septimer und westlich davon. Die Verhältnisse sind dort äusserst verworren, aber das eine lässt sich feststellen, dass das Axialgefälle westlich der Aua da Sett südlich des Passes zunächst etwas abnimmt, um dann aber nach kurzer Zeit am Pizzo Turba dafür um so gewaltiger und steiler in die Höhe zu schiessen. Das Profil Pizzo Turba-Sassello battuto ist in dieser Beziehung sehr lehrreich. Zur Überkippung der Basisfläche der Margnadecke wie am Murettopass kommt es nicht, die Axen erleiden nur eine starke Flexur. Dem gleichen Querfaltenbündel gehören weiter westlich die prachtvollen ostwärts überliegenden Querfalten am Piz Furtschella im Val Maroz an, in welche Bündnerschiefer und Ophiolithe der Surettadecke einbezogen sind, und das gleiche Phänomen einer scharfen Querfaltung endlich beobachten wir jenseits Val di Camp am Piz Duan, wiederum in Bündnerschiefern und Ophiolithen, und schliesslich auch in einer kleinen Falte von Trias und Kristallin in der Südwand dieses Berges.

Auch östlich des Murettopasses erkennen wir lebhafte Querfaltung in der Kette des Pizzo della Margna und im Val Fedoz. Die Axe der Margnatrias sinkt, wie man schon von der Poststrasse aus deutlich sehen kann, nicht gleichmässig flach nach Osten, sondern sie beschreibt eine deutliche quere Falte. Stellenweise ist sie gegen E überkippt und fällt die Trias nach Westen, erst später wieder nach Osten ein. Im Kristallin der Margnagipfelregion repetiert sich dieses Phänomen. Die kristallinen Schiefer fallen zunächst nur flach nach Osten, um dann östlich der Schulter in einer scharfen spitzen Falte zunächst überkippt steil nach Westen und endlich wieder flach nach Osten zu sinken. Im Val Fedoz finden wir das Gleiche wieder. Die Fedozserie schiesst am Piz Fedoz nicht flach ostfallend, wie man erwarten sollte, unter der höheren Malojaserie hervor, sondern sie fällt westwärts unter dieselbe ein. Erst nach mehreren ziemlich scharfen querverlaufenden Falten stellt sich das endgültige Ostfallen ein, welches dann bis gegen die Kulmination an der Fuorcla Chapütsch anhält.

Wir haben also zwischen Piz Duan und Val Fedoz ein breites Bündel von ostwärts bewegten Querfalten, das sich aus der Gegend der Disgrazia bis zum Septimer gut verfolgen lässt.

Jenseits des Septimers aber hört diese Querfaltenzone keineswegs auf. So berichtet Zyndel von intensiver Querfaltung am Averser Weissberg, ferner am Piz Alv und endlich von einem Teil der Splügener Kalkberge. Östlich dieser Averser Querfalten fand ich solche ebenfalls gegen E gerichtet, in den Ophiolithen des Piz Platta am Thälihorn im hintern Val Bercla. Der Piz Toissa nahe der Vättiser Kulmination, zeigt nach Zyndel starke Querfaltung. Querfalten sollen auch wiederum im nördlichen Surettamassiv vorhanden sein, wohl als Ausläufer oder als Äquivalente der Querfalten am Piz Duan. In den Bündnerschiefermassen zwischen Vals, Safien und Domleschg scheint sich endlich diese gewaltige Querfaltenzone zu verlieren.

Westlich dieser über 50 km langen Querfaltenbündel des Muretto und des Avers finden sich in der Gegend des Splügenpasses Anzeichen einer neuen selbständigen Querfaltung. Durch dieselbe werden die Splügenermulde und die angrenzenden Decklappen des Tambo- und Surettamassivs ergriffen, und deren Axen, die sonst regelmässig und flach nach Osten fallen, zu einer scharfen Flexur verbogen. Die Gesteine des Splügenerzuges werden dadurch in der Gegend von Sufers und am Splügenpasse selbst sehr steil, ja oft senkrecht gestellt, und erst weiter südlich und östlich wird das für die regionale Tektonik entscheidende flache Einfallen derselben zwischen die flach gelagerten kristallinen Massive sichtbar. Dass diese Steilstellung nicht als Ansatz zu einer Nord-Süd streichenden Stirnfalte einer Ost-West bewegten Surettadecke aufgefasst werden kann, dafür sorgen neben allgemeinen Überlegungen die flach gelagerten Lappen der Splügenermulde westlich Campodolcino. Diese zeigen deutlich, dass die Axen der trennenden Mulde auch westlich der Steilstellung von Sufers und vom Splügenpass rasch wieder in ihr normales flach westliches Ansteigen zurückkehren. Weitere und vielleicht noch intensivere Querfalten sind in der Splügenregion vorderhand nicht bekannt, doch dürften sich solche noch finden lassen.

Aus dem Gebiet der Adula sind bis jetzt eigentliche Querfaltungen nicht bekannt. Albert Heim zeichnete allerdings zwischen Olivone und Val Carasina eine prachtvolle Querfalte, durch welche die Axe der Decke auf La Colma stark nach Osten überkippt wird. Doch handelt es sich hier nach persönlicher Mitteilung von Alb. Heim nur um die etwas verdrehte normale Stirnfalte der Adula. Hingegen weist das an vielen Stellen im Misox und im Rheinwald oft abnorm steile Einsinken der Adulagneise unter die Misoxermulde, und dieser ihrerseits unter die Tambodecke wenigstens auf eine ähnliche Flexur der Axen hin, wie wir sie eben vom Splügenpass kennen gelernt haben. Kleinere Querfalten finden sich auch nördlich Val Vignone südlich Hinterrhein.

Damit wären die bis jetzt eruierbaren Querfaltungen im südlichen Bünden kurz erwähnt und zusammengestellt. Es bleibt uns noch übrig, nun rasch noch die Querfalten des nördlichen Bündens und der benachbarten helvetischen Alpen zu überblicken.

Westlich der Vättiser Kulmination, also in der Fortsetzung der Muretto- und Averser Querfaltung, ist von eigentlichen Querfalten nur sehr wenig bekannt. Einzig in der Umgebung von Bonaduz und Rhäzüns, sowie bei Pardisla im Domleschg sind grössere und kleinere Querfalten durch Arbenz und Walter Staub gefunden worden. Dieselben ergreifen nur den helvetischen Untergrund und setzen nicht in die Bündnerschiefer hinein. Dennoch können sie als unterirdische, in den hangenden Bündnerschiefern maskierte Ausläufer der grossen Murettoquerfaltenzone betrachtet werden. Aber solche Schwärme von Querfalten wie dort suchen wir hier vergebens.

Aus den Glarneralpen beschreibt Albert Heim zwei einzige Fälle, die etwas an Querfaltung in unserem Sinne gemahnen. Ich meine die quere Einstülpung des Mittelschenkels und des Verrucano der Glarnerdecke in den Flysch von Elm, die von der Setherfurka am Panixerpass zum Kalkhorn am Wichlenberg zieht, und die Querfaltungen am Piz da Dartgias am Kistenpass. Weitere Anzeichen querer Faltung scheinen zu fehlen.

Grösser ist die Zahl der Querfalten östlich der Vättiser Kulmination gegen die Silvrettadepression hin. Dieselben können gewissermassen als Äquivalente der Bernina-Sassalbo-Querfaltung gelten. Im Norden gehört zunächst sehr wahrscheinlich hierher das Nord-Süd streichende Gewölbe des Schollberges am Ostabfall der Alviergruppe, dann aber mit Sicherheit die prachtvollen Querfalten, welche Trümpy aus dem Saminatal im Lichtensteinischen beschreibt, woselbst die Axen der Falknisdecke in starke Falten verbogen sind, und bei denen es bis zur lokalen Überkippung der Faltenaxen kommt. Von grösseren querstreichenden Scharnieren berichten Trümpy und Spitz ferner aus der Gegend der Scesaplana. Deren grosses Ausmass ist auf Trümpys Profilen ersichtlich. Die Mittagspitzenmulde im östlichen Rhätikon zeigt ebenfalls einen zum Alpenstreichen queren Verlauf. Aus dem Plessur- und Ducangebirge erwähnen Spitz und Dyhrenfurth schief und quer verlaufende Falten, deren Natur nun durch die Arbeiten von Arbenz und seinen Schülern aufgeklärt werden wird. Das stellenweise rapide Untertauchen der Aeladecke unter die Silvretta in der Gegend von Bergün dürfte vielleicht, wenn nicht auf Querfaltung im eigentlichen Sinne, so doch auf eine scharfe flexurartige Abbiegung der Axen deuten. Den Mitteilungen von Arbenz und seinen Schülern über diese Regionen ist mit dem grössten Interesse entgegenzusehen, wird doch durch dieselben eine der grössten und am meisten umstrittenen Lücken in unserer Kenntnis Graubündens endlich ausgefüllt.

Kleinere Querfalten werden sich wohl noch anderwärts in Bünden nachweisen lassen, so vielleicht in vermehrtem Masse zwischen Livigno und Oberengadin; aber die Mehrzahl der graubündnerischen Querfalten glaube ich nun doch erwähnt zu haben. Die Querfalten sind in Graubünden ein durchaus allgemeines und weit verbreitetes Phänomen. Die Querfalten sind nicht bloss an einzelne Gebiete gebunden, wie es zuerst fast den Anschein hatte, sondern sie kommen in den verschiedensten Regionen und tektonischen Einheiten vor. Charakteristisch ist ihre Vorliebe zu Schwarm- und Bündelbildung. Meist lassen sich diese Querfalten über grössere Gebiete quer durchs Gebirge verfolgen, oft löst die eine die andere im Streichen ab, die eine Falte verliert sich, und wenig daneben taucht dafür eine andere auf. Einzelne solcher Querfaltenbündel erreichen dabei eine respektable Länge. So lässt sich die Berninaquerfaltung auf über 15, die des Sassalbo auf über 20, die des Muretto sogar bis auf 50 km quer zum Alpenstreichen verfolgen. Die meisten dieser Querfalten zeigen ein Überliegen nach Osten. Charakteristisch ist auch eine gewisse Scharung der Querfalten im Innern des Gebirges, dieselben divergieren vielfach gegen aussen. Auch ist ihre Zahl im Innern des Gebirges, im südlichen Bünden, viel grösser, sie verlieren sich allmählich gegen Norden. Besonders deutlich zeigt sich dies im Querfaltenbündel gerade westlich der Vättiser Kulmination. Die Gebiete in der Verlängerung der

Bernina- und Sassalboquerfaltung sind leider noch zu wenig studiert. um dort vielleicht ähnliche Zusammenhänge hervortreten zu lassen. Die künftige Forschung hat hier noch ein weites Feld, und es werden sich noch manche Gesetzmässigkeiten in der Verteilung der Querfalten ergeben, die heute zu erkennen wir noch nicht imstande sind. Das eine ist sicher, dass die Querfalten in Graubünden ein durchaus weit verbreitetes und an sich grossartiges Phänomen sind.

Wir können nun dazu übergehen, unsere Gliederung des Längsprofils durch Graubünden eben anhand der Querfaltenzonen noch feiner zu gestalten. Von West nach Ost können wir folgende Elemente ausscheiden:

1. Die Tessiner Kulmination,
2. Die Depression Westbündens,
   a) Die Axenverbiegung im Misox,
   b) Die Axenverbiegung bis Querfaltung am Splügenpass,
   c) Die Querfaltenzone Muretto—Avers—Oberhalbstein—Rhäzüns,
3. Die Kulmination Vättis—Lanzada,
4. Die Depression Ostbündens oder Silvrettadepression,
   a) Die Teilwölbung Val Bever—Surlej,
   b) Die Teildepression des Berninastockes,
   c) Die Querfaltenzone Val del Fain—Berninapass—Puschlav,
   d) Die Querfaltenzone Sassalbo—Livigno.
   in gleicher Situation wie c und d im nördlichen Bünden die Querfalten des Rhätikon (Falknis, Scesaplana),
   e) Zone der querstreichenden Falten am Ofenpass,
5. Die Unterengadiner Kulmination,
6. Die Oetztaler Depression mit den Querfaltenzonen des Piz Lad und des Endkopfes.

Die Zukunft wird diese erste Gliederung des Graubündner Längsprofils wohl noch vertiefen und feiner ausbauen, deren Grundzüge aber dürften damit gegeben sein.

Es bleibt uns nun noch übrig, eine gewisse Vorstellung zu gewinnen von den

Ursachen und Wechselwirkungen des Längsprofils.

Beginnen wir wiederum mit dessen grossen Zügen, den Kulminationen und Depressionen.

Hinter der gewaltigen Aufwölbung des Aarmassivs liegt die Hauptkulmination der Decken im Tessin, hinter der kleineren Kulmination von Vättis die kleineren Kulminationen des Oberhalbsteins, des Oberengadins, des Malenco, und vor der Unterengadiner Queraufwölbung sehen wir die Kulmination des Bregenzerwaldes.

Hinter jeder Kulmination des Vorlandes, sei es des hercynischen oder des helvetischen, steht eine entsprechende Kulmination der Decken. Das erscheint mehr und mehr, wenigstens für die Schweizeralpen, als ein eigentliches Gesetz. Ursächliche Beziehungen zwischen den Aufwölbungen des Vorlandes und denen der Decken müssen daher vorhanden sein. Die Frage ist nur: liegt die Urache der Aufwölbungen im Vorland in den Kulminationen der Decken, oder sind umgekehrt nicht gerade diese letzteren auf Stauungen durch die Kulminationen des Vorlandes zurückzuführen? Weder das eine noch das andere ist unbedingt richtig.

Zunächst sind ganz gewiss die Deckenkulminationen älter als die Aufwölbung der helvetischen Zentralmassive, und demnach auch älter als deren queren Kulminationen, wenigstens in ihrer heutigen prägnanten Form. Die Kulminationen der Decken waren schon vor der Ablagerung der Molasse als solche vorhanden, denn ihre heutige Verteilung spiegelt sich bereits wieder in der Verteilung der grössten Nagelfluhmassen. Die mächtigsten Nagelfluhklötze und -Deltas liegen, wie Arbenz schon lange gezeigt hat, direkt vor den grossen Kulminationen. So sehen wir die gewaltige Masse der Napfnagelfluh vor der Kulmination des Berneroberlandes, die des Rigi und Rossberges vor der Tessiner-Reusstal-Aufwölbung, die des Speer, des Zürcheroberlandes, von St. Gallen und Appenzell im Vorland der Kulmination Vättis—Lanzada, die Nagelfluhen des Bregenzerwaldes endlich vor der Unterengadiner Aufwölbung. Das Material dieser Nagelfluhen stammt zum weitaus grössten Teil aus den ostalpinen und penninischen Teilen dieser Kulminationen. Diese gelangten als solche zuerst in den Bereich der Erosion, in ihnen setzte der Abtrag am frühesten ein und dauerte am längsten, und deshalb sehen wir auch die grössten Massen ihrer Abtragungsprodukte diesen Zonen grösster Kulmination direkt vorgelagert. Anders liesse sich die auffallende Verteilung der Nagelfluh und deren Lage zu den Kulminationen gar nicht erklären. Arbenz hat darauf genügend hingewiesen. Die Kulminationen der Decken sind also älter als die Ablagerung der Molasse.

Die Molasse aber wurde aufgerichtet, gefaltet, erodiert und diente später den noch heranrückenden äussersten Vorposten der helvetischen Decken ihrerseits als stauender Widerstand. Die letzten Bewegungen der helvetischen Decken stossen auf ein bereits durchtaltes altes, in sich unabhängig gefaltetes Molassegebirge: die Randketten branden an der subalpinen Nagelfluh. Diese letzten Bewegungen der helvetischen Decken nun sind die Folge eines letzten intensiven Schubes aus dem Süden, der weiter alpeneinwärts durch die Aufwölbung der autochthonen Zentralmassive und die dadurch bedingte Steilstellung und stellenweise Überkippung der helvetischen Decken dokumentiert wird. Durch die Aufwölbung der Zentralmassive wurden die darüber liegenden helvetischen Decken nochmals und energisch nach Norden gestossen, und die Brandung der Randketten an der Nagelfluh ist damit eine letzte Folge dieser endgültigen Aufwölbung der Zentralmassive. Die Aufwölbung der Zentralmassive und damit auch die Ausbildung der autochthonen Kulminationen in ihrer heutigen Form, ist also viel jünger als die Molasse, diese ihrerseits ist wiederum jünger als die Kulminationen der ostalpinen und penninischen Decken.

Die Deckenkulminationen Graubündens und der innern Alpen überhaupt sind also viel älter als die Kulminationen der Zentralmassive in ihrer **heutigen** Form. Die heutigen Kulminationen des Vorlandes sind nicht die Ursache der Deckenkulminationen, sie konnten als starre Widerlager so wenig wie die Nagelfluhmassen, die ja erst durch das Bereitsvorhandensein der Deckenkulminationen als solche an ihren heutigen Stellen erklärbar sind, auf die heranrückenden Decken wirken und dieselben hinter ihnen lokal höher stauen. Das Zusammenwirken der weiter vorrückenden Deckenkulminationen mit dem stauenden Einfluss der Nagelfluhzentren scheint im Gegenteil die Bildung der Kulminationen im zwischenliegenden helvetischen und hercynischen Gebiete erst recht ausgelöst und befördert zu haben.

Jeder Blick auf eine geologische Karte der Alpen aber lehrt uns, dass doch die hercynischen Massive es schon waren, die als enorme stauende Widerstände auf das von Süden heranrückende alpine Deckenland einen gewaltigen formenden Einfluss ausgeübt haben. Zwischen den alten Massiven fluten die helvetischen, penninischen, präalpinen und ostalpinen Decken ungehindert durch und drängen weit hinaus ins heutige alpine Vorland, hinter den Massiven aber staut sich die Bewegung, die Decken werden zurückgehalten und der Schub wölbt sie daher nur umso höher und gewaltiger auf. So sehen wir überall hinter den Massiven die mächtigsten Kulminationen, hinter den Lücken zwischen denselben die tiefsten Depressionen im alpinen Deckengebäude. Durch die

Pforte zwischen Mercantour und Pelvoux fluten die Decken des Embrunais, zwischen Pelvoux, Belledonne und Montblanc drängen die penninischen Decken in mächtigem Bogen vor, und durch die Lücke zwischen Montblanc—Aiguilles Rouges- und Aarmassiv stossen die helvetischen, penninischen und präalpinen Decken in gewaltigen Massen weit ins alpine Vorland hinaus. Hinter dem doppelten Widerstand des Aar- und Gotthardmassives entsteht die grösste Stauung der penninischen Decken, die zur Tessiner Kulmination führt, hinter dem Montblanc sehen wir die Kulmination des Gran Paradiso und Valsavaranche. Die Depression des Wallis liegt in der Zone unbehinderten Vorrückens zwischen Aarmassiv und Montblanc, die Depression von Lanzo hinter den frei sich entwickelnden Guirlanden der Grajischen Alpen. Im Osten sehen wir dasselbe Phänomen in grösstem Maßstab, wo in der tiefen Senke zwischen Aarmassiv und Böhmischer Masse der gewaltige Bogen der Ostalpen sich frei entwickeln kann, an beiden Enden deutlich zurückgehalten und in freier Entwicklung gehindert durch die auftauchenden alten Massive.

Der Einfluss des hercynischen Vorlandes auf die alpinen Decken macht sich aber auch noch anders geltend. Hinter den Massiven stauen sich die Massen, die tieferen Elemente werden zurückgehalten, und nur die höheren und höchsten vermögen das Hindernis zu überwinden. Vor den Enden und in den Lücken zwischen den Massiven ist die Zahl der Decken eine viel grössere als vor dem Massiv selber, ganz abgesehen davon, dass in jenen tiefen Senken auch die höchsten Elemente, vor Erosion geschützt, erhalten geblieben sind. Wiederum ist es das Verdienst von Arbenz, auf diese wichtigen Tatsachen zuerst aufmerksam gemacht zu haben. So sehen wir, wie die Zahl der helvetischen Decken gegen die Kulmination des Aarmassivs immer mehr abnimmt und wie nur die höchste, die Wildhorn—Drusbergdecke, sich über die ganze Länge des Massivs verfolgen lässt. Glarner-, Mürtschen-, Axen-, Diablerets- und Morclesdecke, sie alle kennen wir wohl aus den Senken zu beiden Seiten der Massivkulmination, aber keine von allen deutlich vor der Kulmination selbst. Der Einfluss der hercynischen Massive auf die von Süden anrückenden Decken ist also unleugbar ein grosser gewesen, und wir sind gezwungen, diesen Einfluss als einen allgemeinen und als den primären anzuerkennen. Die grossen Leitlinien im Baue der Alpen sind abhängig vom hercynischen Untergrund und auch die Kulminationen in den Decken müssen daher letzten Endes die Folgen einer gewissen Konfiguration der hercynischen Massive gewesen sein.

Die Querwölbungen des Vorlandes in ihrer heutigen Form können, wie wir gesehen haben, die Ursache der Deckenkulminationen nicht gewesen sein, da sie in ihrer jetzigen Ausbildung jünger sind als dieselben. Wohl aber können an den Stellen der jetzigen ausgeprägten hercynischen Kulminationen von jeher schon solche in schwächerer Form, aber doch prägnant genug, um einen stauenden Einfluss auszuüben, vorhanden gewesen sein, ja solche älteren Erhebungen **müssen** wir sogar postulieren, denn ohne solche ist der offensichtliche Einfluss des Vorlandes auf die heranrückende Deckenmasse gar nicht erklärlich.

Die heutigen hercynischen Kulminationen sind wohl in ihrer jetzigen scharfen Form jünger als die Deckenkulminationen, aber deren Anlagen sind viel älter, und auf diese ist der stauende Einfluss zurückzuführen, durch den erst die Deckenkulminationen entstanden sind. Die tertiäre Faltung hat wohl diese alten Anlagen verstärkt und ihnen ihre heutige prägnante Form gegeben, aber niemals hat sie erst diese Längsgliederung der Massive hervorgebracht und geschaffen. Die Anlagen der hercynischen Kulminationen und Depressionen sind älter als die ersten Anfänge der Alpenfaltung, auf die sie ja schon gewirkt haben, und ihre Ursachen gehen daher zurück bis in die Zeiten der hercynischen Gebirgsbildung.

Welches sind diese Ursachen? Sie können primär nur in Unregelmässigkeiten der prätriadischen Abrasionsfläche des hercynischen Gebirges gesucht werden. Der Abtrag des alten Gebirges hat naturgemäss nicht überall gleichmässig gearbeitet. Er hat keine völlige Ebene geschaffen, über welche später wieder das Meer flutete, sondern es blieben gewisse Relikte in Form unregelmässiger Höcker stehen. Durch Verwerfungen wurden dieselben vielleicht noch weiter akzentuiert, und diese Unebenheiten müssen als Anlage der späteren hercynischen Kulminationen stauend auf die anrückenden Decken gewirkt haben. Der Anstoss zu den Anlagen der hercynischen Kulminationen kann also in einem ungleichmässigen Abtrag der hercynischen Gebirgsketten gesucht werden.

Dieser ungleichmässige posthercynische Abtrag lässt sich seinerseits wiederum auf andere Ursachen zurückführen, die in ihrer Gesamtheit wir nicht im Entferntesten überblicken können. Eine gewisse Rolle spielte dabei ganz gewiss die Verteilung der hercynischen Intrusiva. Dieselben waren gegenüber Erosion und Abwitterung in ihrer damaligen jugendlichen Frische bedeutend widerstandsfähiger als die sie umgebenden älteren Gneise und Schiefer.

Diese Intrusivzentren samt ihrer näheren Umgebung müssen daher schliesslich die posthercynische Peneplain als mehr oder weniger flache Relikte des hercynischen Gebirges in Form gewaltiger Höcker noch etwas überragt haben. Die Verteilung der Intrusiva in den heutigen Zentralmassiven gibt dieser Anschauung in weitestem Masse recht. So sehen wir überall die Hauptverbreitung der alten Eruptiva in den Kulminationen der heutigen Massive und genau an den Stellen und in den Regionen, wo dieselben auf die anrückenden Deckenwellen als kräftigste Widerstände wirkten. Das Granitmassiv des Mercantour, die Granite der Meije und der Ecrins im Pelvoux, der Granit des Montblanc und endlich im grossen der Aaregranit, sie alle liegen da, wo die anflutenden Decken am meisten zurückgehalten wurden. Ein Blick auf die Karte von Argand zeigt diesen Zusammenhang in klarster Weise.[1])

Der letzte Grund für die Verteilung der Deckenkulminationen, ja der Kulminationen überhaupt, und damit die letzte Ursache der heutigen Längsgliederung des Alpengebirges liegt also in der Verteilung der hercynischen Intrusiva. Was diese ihrerseits bedingt hat, darüber vermögen wir heute noch keine befriedigende Antwort zu geben. Dass diese Intrusiva sich am Innenrand der alten hercynischen Ketten, im Vorland einer ausgedehnten Senkungszone, der alten Thetis, finden, ist im Hinblick auf die analoge Stellung der tertiären periadriatischen Massen in bezug auf die Alpen und die adriatische Senkung ganz verständlich. Was aber die Verteilung der Massen im Streichen bedingt hat, das wissen wir bis heute, auch von den periadriatischen Massen, noch nicht mit Sicherheit. Wir können nur sagen, dass vielleicht irgendwelche Besonderheiten in der Tektonik der intrudierten Gebirge den aufsteigenden Magmamassen einen bestimmteren Weg angewiesen haben als anderswo. Die letzten Ursachen der Verteilung der hercynischen Intrusiva und damit auch die ersten Anlagen der heutigen Längsgliederung des Alpenbogens, gehen also wohl auf die uns nun nicht mehr zugängliche Tektonik des alten hercynischen Gebirges zurück.

---

[1]) Denselben Einfluss der Intrusivzentren auf die Gestaltung der posthercynischen Peneplain zeigen in gewisser Hinsicht auch die ostalpinen Decken mit ihrem hercynischen Untergrund. Wenn deren Intrusivzentren beim posthercynischen Abtrag gegenüber den Gneis-Schieferzonen tatsächlich höckerartige höhere Rumpfstücke bildeten, so müssen wir heute im Gebiete dieser intrusiven Höcker eine viel lückenhaftere Entwicklung der Sedimente beobachten als in den benachbarten Gneis-Schieferzonen. In der Tat finden wir auch auf den Intrusivzentren der Err- und Berninadecke eine viel ärmere und neritischere Fazies der Trias-Liassedimente als auf den kristallinen Schiefern der Campo- oder der Silvrettadecke; man vergleiche nur die Oberengadiner Dolomiten mit denen des Unterengadins oder mit den Vorarlberger Triasbergen. Dass in dieser hercynischen Urgliederung des ostalpinen Gebietes zugleich auch schon die Anlagen der ostalpinen Kulminationen und Depressionen zu suchen sind, ist damit nicht gesagt. Sicher ist der Einfluss des Vorlandes auf die Bildung derselben der bestimmendere gewesen.

Die Verfolgung der Ursachen der heutigen Längengliederung des Alpenbogens hat uns weit zurück bis ins obere Paläozoikum geführt. Die Kulminationen der Decken sind zurückzuführen auf Stauungen an gewissen präexistenten „Kulminationen" des hercynischen Vorlandes, diese ihrerseits sind die weitere Akzentuierung von flachen Rumpfstücken, die, weil um die resistenteren Intrusivgesteine geschart, beim Abtrag des hercynischen Gebirges nicht so weit denudiert wurden wie die aus leichter verwitterbaren Schiefern bestehenden Nebenzonen. Die Eruptivzentren wirkten als solche auch schon rein mechanisch, indem sie den heranflutenden Decken als starrere Widerlager den grösseren Widerstand boten als die weicheren plastischeren kristallinen Schiefer. Die Lage der hercynischen Intrusiva bedingte also direkt und indirekt in letzter Linie die Lage der heutigen Kulmination.

Vom Mittelmeer bis ans Ostende des Aarmassivs und wiederum in der böhmischen Masse finden wir diese Auffassung bestätigt. Nur die Kulmination von Vättis scheint mit keiner Intrusivmasse zusammenzufallen. Aber einmal ist der dort aufgeschlossene hercynische Raum so klein, dass nur ein ganz geringer Teil der eigentlichen Kulminationszone, die ja schon unter dem Segnespass beginnt und erst unter dem Prättigau sich verliert, heute sichtbar ist. In diesem Raum kann sich eine gewaltige Intrusivmasse befinden, von der wir heute keine Ahnung haben. Aber andererseits sind im Fenster von Vättis Gesteine aufgeschlossen, die dem gepressten Tödigranit überaus nahe stehen. Man vergleiche nur die Beschreibung der Vättiser Orthogneise von Tolwinsky mit derjenigen des Tödigranits von Escher. Die resistenzfähigeren Gesteine, die hier beim Abtrag des hercynischen Gebirges den Anlass zur Bildung eines höheren Höckers und damit später zu der Kulmination von Vättis boten, sind vorhanden, es sind aber nicht eigentliche Granite, sondern Mylonite von solchen, Orthogneise. Ob dieselben dem Tödigranit wirklich äquivalent sind oder nicht, bleibt hier völlig gleichgültig. Die Hauptsache ist die Feststellung eines gegenüber den Sericitschiefern des Aarmassivs resistenzfähigeren Orthogesteins. Die scheinbare Ausnahme von Vättis existiert also nicht.

Für die Präexistenz der hercynischen Kulminationen als relative Erhebungen der posthercynischen Peneplain haben wir aber auch noch weitere Anhaltspunkte. Auf diesen Erhebungen konnten sich zunächst keine jüngeren Sedimente ablagern, dieselben mussten notgedrungen zuerst die dazwischen liegenden Senken ausfüllen. Erst nach deren Auffüllung konnte die Sedimentation auch auf den höheren zurückgebliebenen Rumpfgebirgsstücken einsetzen. Tatsächlich fehlen auch an diesen Stellen der Zentralmassive eine Reihe von Sedimenten, besonders frühmesozoischen, die in den benachbarten Senken vorhanden sind, oder dieselben sind auch in den Kulminationsgebieten vorhanden, aber in bedeutend lückenhafterer Ausbildung als in den zwischenliegenden Senken.

So fehlt der klastische grobkonglomeratische Verrucano sowohl dem Gebiet von Vättis wie dem des Reusstales völlig; in der dazwischenliegenden Tödigruppe jedoch ist er, wenn auch nur wenig mächtig, als typisches violettes und grünes Sernifitkonglomerat vorhanden. Dieses Vorkommen in der Senke zwischen Reusstaler- und Vättiser Kulmination steht ganz gewiss nicht einzig da, sondern muss zwischen dem Tödi und der Region unter der Ringel—Segnesgruppe eine ununterbrochene und stellenweise auch mächtigere Fortsetzung haben. Gegen Süden stand dieselbe wohl in kontinuierlicher Verbindung mit dem gleichfalls wohl nicht nur zufällig in genau denselben Sektor fallenden Sernifit der Glarnerdecke. Dieser setzt dort mit einer Mächtigkeit von mehreren hundert Metern ein, er muss also noch einen beträchtlichen Ausläufer nach Norden gehabt haben. Diesen Ausläufer vermuten wir in der Fortsetzung des Verrucano der Sandalp gegen Osten. Im autochthonen Gebiet von Vättis, Tamins und Bonaduz hingegen fehlt der konglomeratische sedimentäre Verrucano, dort haben wir nur diabasische Ergüsse und Tuffe und Quarzporphyrdecken. Desgleichen suchen wir vergebens nach typischem Verrucano im ganzen Kulminationsgebiet des Aarmassivs von der Windgälle bis ins Lötschental. Dort setzt der Verrucano in Form der allerdings als tektonisch bedingt angezweifelten Granitbreccien und Konglomerate wieder ein. Die stratigraphische Natur derselben ist jedoch keineswegs ausgeschlossen; auch fehlen ähnliche sichere Fälle solcher tektonischer Granitbreccien in den Alpen bisher, und in symmetrischer Lage jenseits der Wildstrubelsenke sind typische violette Verrucanokonglomerate in der Carbonmulde der Dent de Morcles vorhanden. Ich zweifle nicht, dass sich dieselben unterirdisch in die des Lötschentals fortsetzen, die Senke zwischen den Kulminationen des Montblanc — Aiguilles Rouges- und des Aare-Gastern-Massives erfüllend.

Für die Region der Reusstaler und Vättiser Kulmination aber steht fest, dass auf ihnen als höher gelegenen Teilen der posthercynischen Peneplain klastischer Verrucano sich nicht abgelagert hat, wohl aber in der dazwischenliegenden, also schon damals als Senke sich dokumentierenden Region der Tödigruppe.

Diese Konfiguration des hercynischen Untergrundes macht sich noch weiter geltend bis in den Lias und Dogger hinein. Dem Scheitel des Aarmassivs fehlen, soweit man dies aus den unmittelbar benachbarten Gebieten der Windgälle und von Fernigen schliessen kann, in der Region der Reusstal-Kulmination die typischen Quarzite der Trias, es fehlen, mit einziger Ausnahme einer winzigen, 1910 durch meine Frau entdeckten Dolomitbank bei Fernigen, Rötidolomit und Quartenschiefer, es fehlt endlich der ganze Lias, und der Dogger führt bis hinauf ins Callovien Porphyr- und Triasgerölle. Trias und Lias kamen also auf den höchsten Teilen der Reusstalkulmination gar nicht oder nur kaum zur Ablagerung, auf jeden Fall nicht in jenem Masse, wie wir es sonst in den helvetischen Alpen zu sehen gewohnt sind.

Ganz anders gestaltet sich das Bild in der Tödigruppe. Die Trias ist als feines Konglomerat und als Quarzit, ferner als Rötidolomit und Quartenschiefer prägnant ausgebildet und trotz ihrem Seichtmeercharakter hie und da doch bis über 100 m mächtig. Es lassen sich oft ein unterer Muschelkalk- und ein oberer Keuperdolomit unterscheiden, die durch Quartenschiefer getrennt sind. Über der Trias folgen wenige Meter kompakter Echinodermenbreccie und Quarzite des obersten Lias, derselbe ist also im Gegensatz zum Reussgebiet wenigstens teilweise vorhanden. Der Dogger zeigt die gewöhnliche Fazies, Gerölle fehlen.

Bei Vättis endlich sind wohl Trias und Lias auch ausgebildet, aber doch etwas anders als in der Tödigruppe. Unter dem Rötidolomit liegen grobe Quarzite und Quarzsandsteine. Der Rötidolomit selbst ist nicht mehr wie im Tödigebiet zusammen mit dem Quartenschiefer bis 100 m mächtig, sondern höchstens 60 m. Einen obern Keuperdolomit wie im Tödigebiet kennen wir von Vättis nicht. Der Keuper ist dort nur durch den Quartenschiefer vertreten, in welchem grobe Dolomitbreccien und Quarzsandsteine hervorzuheben sind. Stellenweise fehlt er ganz. Der oberste Lias, das Toarcien, ist nicht wie im Tödigebiet durch eine kompakte Echinodermenbreccienbank ¹)

---

¹) Ob diese Echinodermenbreccie noch dem obersten Lias oder bereits dem Aalénien angehört, erscheint nach den Untersuchungen von Arbenz noch nicht völlig entschieden, doch ist hier diese Frage ohne Belang.

vertreten, sondern dieselbe ist hier reichlich mit Geröllen und Brocken der liegenden Rötigruppe erfüllt, also deutlich stark litoral. Umsomehr überrascht die reiche Ammonitenfauna an deren Basis. Dieselbe kann nur aus tieferen Ablagerungsräumen der Nachbarschaft stammen. Sowohl gegen Süden wie gegen Norden keilt der Lias aber ganz aus. Hingegen scheint es wahrscheinlich, dass diese Fauna aus dem Gebiet zwischen Tödi und Vättis oder östlich Vättis herstamme und dass dieses Gebiet wie zur Permzeit so auch im obersten Lias noch deutlich als Senke mit bathyalerer Sedimentation bestanden hat. Diese Senke ihrerseits kann sehr wohl mit dem mitteleuropäischen Liasmeer verbunden gewesen sein, auf das die Fauna von Vättis ja tatsächlich hinweist.

Auf jeden Fall aber zeigen sowohl das Reussgebiet wie Vättis vom Perm bis in den obersten Lias, das Reussgebiet sogar bis in den Dogger hinein, gegenüber der zwischenliegenden Tödiregion deutlich den Charakter von flachen Erhebungen. Die Anlagen zu den Kulminationen sind also tatsächlich schon vom Perm an und bis in den obersten Lias als solche nachgewiesen, sie haben schon auf die Ausbildung der helvetischen Schichtenreihe einen grossen Einfluss ausgeübt. Später allerdings wurden diese Höhendifferenzen durch die weitergehende Sedimentation völlig ausgeebnet, aber die Erhebungen im hercynischen Untergrund blieben als solche in der Tiefe weiter bestehen und wirkten dort weiter als Zonen stärksten Widerstandes gegen die von Süden anrückenden Decken; hinter ihnen stauten sich dieselben höher auf und so bildeten sich allmählich die Deckenkulminationen.

Die Kulminationen des Gran Paradiso, die des Tessins und die des Oberhalbsteins, des Oberengadins und von Lanzada, sie alle sind bedingt durch ein ihnen im Wege stehendes hercynisches Widerlager. In den Westalpen, im Montblanc- und Aarmassiv ist dasselbe auf grosse Strecken erschlossen, aber schon bei Vättis wäre es beinahe unter seiner helvetischen Umhüllung verborgen geblieben. Dieser Fall, wo wir das stauende hercynische Widerlager nicht mehr sehen können, tritt nun weiter östlich auf. Auch vor den Kulminationen des Unterengadins und der Tauern müssen wir mächtige alte hercynische Widerlager und Erhebungen annehmen, hinter denen sich die anrückenden Decken höher stauten und die damit den Anstoss gaben zur Bildung jener gewaltigen Kulminationen. Nur sind diese unterirdischen Ausläufer des hercynischen Rahmens der Westalpen dort noch unter den riesigen Massen der darüber hinweggefluteten

Decken verborgen. Dass sie da sind, dafür bürgen die Verhältnisse in den Westalpen zur Genüge. Der Widerstand eines hercynischen Massivs im Unterengadin spiegelt sich übrigens auch deutlich in einem Zurückbleiben der Stirn der unterostalpinen Decken, besonders der Campodecke.

Damit glaube ich nun die Beziehungen zwischen den Kulminationen des Vorlandes und denen der Decken genügend beleuchtet zu haben und fasse die Resultate, zu denen wir gelangt sind, kurz zusammen.

An der Zerstörung des hercynischen Gebirges arbeiteten Erosion und Verwitterung nicht überall gleichmässig. Die damals jungen Intrusiva desselben boten dem Abtrag als die resistenzfähigsten Gesteine der hercynischen Serie den stärksten Widerstand. Auch nachdem das Gebirge fast völlig ausgeebnet war, blieben diese Gebiete als etwas erhöhte höckerartige Rumpfgebirgsstücke bestehen. Diese höheren Stellen der posthercynischen Peneplain wurden zum Teil bis in den Dogger hinein gar nicht oder nur äusserst schwach vom Meere überflutet. Sie bewahrten gegenüber den benachbarten Regionen ihren Charakter als relativ resistenzfähige Gebiete und als höhere Erhebungen des posthercynischen Rumpfes. Als solche wirkten sie von allem Anfang an schon auf die anrückenden Deckenembryonen als Widerstände. Zur Zeit der grossen tertiären Faltungen aber stauten sich hinter diesen auch schon primär durch die grössere Starrheit ihrer Intrusivzentren zu den stärksten Widerlagern prädestinierten Stellen die Decken höher als in den Senken nebenan, wo sie unbehindert vorrücken konnten, es bildeten sich hinter ihnen, durch sie verursacht, die Kulminationen der penninischen und ostalpinen Decken. Durch Abtrag dieser Deckenkulminationen hauptsächlich entstanden vor denselben die gewaltigen Klötze der subalpinen Nagelfluh. Aber die Bewegung ging weiter. Die penninischen und ostalpinen Decken rückten immer weiter vor, und zu einem gewissen Zeitpunkt haben wohl die Kulminationen der Decken, verstärkt durch die von ihnen geschaffenen Widerlager der Nagelfluh, es vermocht, nun ihrerseits die schon vorhandenen hercynischen Unebenheiten, die bis dahin eigentlich keine Kulminationen im wahren Sinne, sondern Erosionsrelikte des hercynischen Gebirges waren, stärker zu akzentuieren und weiter zu heben. Damit wurde nur deren Rückwirkung auf die immer stärker heranflutenden Decken eine wiederum grössere und wurden diese nur von neuem wieder um so höher aufgestaut. Dem schliesslichen Zusammenwirken aber der heranrückenden gewaltigen Deckenkulminationen mit den vorgelagerten

Nagelfluhwiderständen gelang es endlich, die alten Massive ganz in Bewegung zu setzen, ihnen ihre heutige Gestalt und Lage zu geben und die Kulminationen des hercynischen Untergrundes in ihrer heutigen scharf ausgeprägten Form zu schaffen.

Auf diese Weise, durch mannigfache Wechselwirkung aller Kräfte, sehen wir die heutigen Formen im Längsprofil zustandekommen. Die Kulminationen des Vorlandes sind zu solchen als rumpfgebirgsartige Erosionsrelikte des hercynischen Gebirges primär prädestiniert, sie bewirken die Kulminationen in den Decken, aber diese hinwiederum sind es, die den Kulminationen des Vorlandes ihre heutige prägnante Gestaltung geben.

Gehen wir nun noch über zu den

Ursachen der Querfalten.

Wir haben oben gesehen, dass die Querfalten keineswegs auf einzelne privilegierte Regionen beschränkt, sondern vielmehr über das ganze Deckenland Bündens zum Teil in Bündeln und Schwärmen, zum Teil einzeln weit verbreitet sind. Lokale Ursachen können also nicht zur Erklärung des merkwürdigen Phänomens herangezogen werden. Als solche kamen z. B. einander stauende Einflüsse zwischen einzelnen Decken in Frage. So habe ich die Berninaquerfaltung seinerzeit als sekundäre Stauchung im Gefolge des deckenbildenden Schubes als Ausdruck eines Kampfes um den Raum zwischen zwei vordringenden Decken aufgefasst; man konnte annehmen, dass die starrere Berninadecke dabei die weichere Languarddecke mit Leichtigkeit beiseite gedrückt, und dass damit eine lokale Überfaltung der Bernina- auf die Languarddecke von Westen nach Osten stattgefunden habe; für die Verhältnisse am Berninapass auch heute noch die beste lokale Erklärung. Als Ursache der Querfalten am Muretto konnte, als dieselben nur gerade dort bekannt waren, ein seitlicher Druck von der Intrusion des Bergellermassivs als plausible Erklärung gelten. Heute aber fällt dieselbe dahin, kennen wir doch diese Murettoquerfaltung noch weit ausserhalb des Wirkungskreises des tertiären Massivs.

Die Ursache der weiten Verbreitung der Querfalten kann nicht in lokalen Verhältnissen gesucht werden, dieselbe muss eine allgemeine sein. Spitz und Dyhrenfurth, und mit ihnen noch immer sehr viele ostalpine Geologen, suchen diese Ursache in einem allgemeinen Ost-Westschub. Sie leugnen jeden bedeutenden Schub quer zur Richtung des Gebirges und operieren dafür mit um so ausgedehnteren Längsschüben. Der Deckenbau der Ostalpen, und zum Teil der Westalpen, existiert für sie nicht. Wohl aber sind nach diesen Autoren grosse Massen von Osten nach Westen gewandert und haben auf diese Art und Weise auch eine Art von Decken, und zwar solche bis zu 60 km Überschiebungsbreite, erzeugt. Die Querfalten Graubündens werden dabei als Stirnfalten und sonstige normale Faltenzüge der ostwestbewegten Decken gedeutet.

Der ganze tief erschlossene Bau der Westalpen, und der Alpen überhaupt, schliesst aber Längsbewegungen in solchem Ausmasse vollständig aus. Der Verlauf des ostalpinen Gebirgsbogens steht in querem Widerspruch dazu, derselbe müsste notgedrungen ganz anders verlaufen. Und der Deckenbau der Alpen lässt sich mit solchen Argumenten, wie Spitz und Dyhrenfurth sie gegen denselben ins Feld führen, oder mit welchen ihn ganz besonders Heritsch im „Handbuch der Regionalen Geologie" abtut, nicht mehr erschüttern oder gar widerlegen. Der harmonischen Gesetzmässigkeiten und offensichtlichen Zusammenhänge sind heute zu viele, als dass die Lehre vom Deckenbau einfach ignoriert werden könnte. Das spüren auch jene ostalpinen Geologen mehr und mehr, auch sie kommen heute nicht mehr ganz ohne Süd-Nordschub und ohne Decken aus, aber sie sträuben sich offenbar dagegen, eine westalpine Theorie auch in den Ostalpen anerkennen zu müssen. Immer wieder hört man den Einwand, mit dem „starren Schema der reinen Deckentheorie" komme man nicht aus. Aber wer macht denn die Deckentheorie zum „starren Schema"? Die westalpinen Geologen gewiss nicht. Das starre Schema existiert nur in den Köpfen derer, die sie nicht begreifen oder nicht verstehen wollen. Es würde zu weit führen, hier auf eine Auseinandersetzung mit dem Ost-Westschub einzutreten, aber das eine ist sicher, dass ein Ost-Westschub in bedeutendem Umfange für die Alpentektonik gar nicht in Frage kommt, und dass sich speziell die Querfalten auch anders als durch Ost-Westschub im ostalpinen Sinne erklären lassen.

Wir haben oben gesehen, dass hinter den Kulminationen des Vorlandes die Decken, weil durch dieselben zurückgehalten, sich höher stauten zu den Deckenkulminationen. Zunächst können diese Kulminationen als einfache flache Gewölbe sich manifestiert haben. Bei weiter andauerndem Schub von Süden und Widerstand im Norden kann diese Stauung aber immer stärker werden, sie kann zu Verbiegungen und Flexuren im Streichen und schliesslich sogar zu den Querfalten führen. Dieselben sind tatsächlich am häufigsten und heftigsten in der Nähe, zu beiden Seiten der Kulminationen. So sehen wir die Bernina—Sassalbo- und Muretto—Averser-Querfalten die Kulminationen von Vättis—Lanzada auf weite Strecken begleiten, so stehen die Querfalten des Ofenpasses, des Piz Lad und des Endkopfes zu beiden Seiten der Unterengadiner Kulmination.

Diese allmähliche Höherstauung der Kulminationen infolge andauernden Schubes und Widerstandes kann eine Ursache der Querfalten gewesen sein. Deren Intensität ist aber damit nicht in allen Fällen zu erklären. Sie wird aber völlig natürlich, sobald wir uns den bereits ausgebildeten oder fast fertigen, flach gekrümmten Deckenbogen noch seitlich zusammengedrückt denken. Durch starke seitliche Zusammenpressung in der Richtung des allgemeinen Streichens sind die Querfalten vollauf erklärt. Sind Anzeichen für eine solche seitliche Zusammenpressung vorhanden?

Argand hat die Querfalten der Gegend der Dora Riparia und des Chisone im Piemont durch eine Verkürzung des hercynischen Rahmens und dadurch bedingte seitliche Zusammenpressung erklärt. Etwas Ahnliches nun können wir allerdings in Graubünden nicht nachweisen, da östlich von Vättis der hercynische Rahmen in der Tiefe verschwindet und auch sonst Anzeichen und Gründe für eine seitliche Zusammenpressung oder Annäherung der hercynischen Massive hier nicht vorliegen. Wohl aber kann der Grund zur Querfaltung in Graubünden in einer allgemeinen Einengung des Deckenbogens infolge weiteren Vorrückens desselben erblickt werden.

Gegen das Ende der Alpenfaltung setzte nochmals eine kräftige Süd-Nordbewegung ein, dieselbe, welche die Zentralmassive aufwölbte und die alpinen Randketten an der Molasse branden liess. Dabei wurde der alpine Deckenbogen weiter nach vorn gedrückt, er bekam die Tendenz, sich stärker zu krümmen. In den äusseren Partien des Bogens musste derselbe schliesslich überspannt werden, er musste reissen, in den inneren Partien dagegen kam die grössere Krümmung infolge seitlichen Widerstandes einer relativen Annäherung der beiden Enden des Bogens gleich, diese Annäherung bewirkte starke seitliche Stauung, und dieser verdanken wir endlich die Querfalten.

Ganz dasselbe Phänomen, das wir im Kleinen an einem genügend elastischen, noch berindeten Holzbogen beobachten können. Spannen wir den Bogen genügend, so sehen wir die Rinde auf der Aussenseite des Bogens reissen, die der Innenseite aber sich in kleine querfaltenartige Runzeln legen.

Dem letzten energischen Vorrücken des alpinen Deckenbogens verdanken wir am Alpenrand die Längszerreissungen, im Alpeninnern die Querfalten. Tatsächlich sehen wir vor den Querfalten Graubündens die Längszerreissungen zwischen Linth und Rhein, vor den Querfalten des Tessins diejenigen am Vierwaldstättersee; die Sporne der Nagelfluh haben dabei die Längszerreissungen nur noch weiter akzentuiert, befördert und verstärkt.

Für diese Deutung spricht ferner das Divergieren und schliessliche Ausklingen der Querfalten gegen aussen, deren Scharung gegen innen. Eine gleiche Divergenz sehen wir auch im Verlauf einzelner Kulminationen und Depressionen. Die Depression westlich der Vättiser Kulmination z. B. ist auf der Höhe von Vättis ca. 15, im Oberengadin aber kaum noch 2 km vom Scheitel der Kulmination entfernt. Die Divergenz ist überaus deutlich. Auch gegen Norden entfernt sich die Depression des Segnespasses immer mehr von der Vättiser Kulmination, so dass sie am Alpenrand bis gegen 30 km von derselben entfernt ist. Einen gewissen Einfluss auf die grössere Häufigkeit und die engere Scharung der Längsprofilelemente im Innern Graubündens kann zum Teil auch das energischere Vordringen der Dinariden am Brenner, durch das notwendig der Bündner Deckenraum eingeengt werden musste, gehabt haben. Aber die Hauptursache scheint mir in dem Uebertreiben des Deckenbogens und der damit verbundenen Stauung seiner inneren Teile zu liegen.

Für eine solche Übertreibung des Deckenbogens und eine dadurch verursachte seitliche Stauung in demselben haben wir in Graubünden noch weitere Anhaltspunkte. Aus einer ganzen Reihe von Einwicklungen wissen wir, dass die jüngsten Bewegungen im Deckensystem Bündens sich durchwegs in den penninischen Decken abspielten. Der Bogen der westalpinen Decken war also noch in Bewegung, als derjenige der Ostalpen bereits zur Ruhe gekommen war, er war viel länger aktiv. Gegenüber dem weiter vorrückenden westalpin-penninischen Bogen bildeten die seitlich benachbarten in tiefen Depressionen liegenden Teile der ostalpinen Decken passive Widerstände, die zu seitlichen Stauungen in den benachbarten Teilen der beiden Bogen und damit zu den Querfalten führen mussten. Da der Schub vom penninischen Bogen ausging, so musste sich in der Grenzregion durch Interferenz mit den ostalpinen Widerständen naturgemäss ein sekundärer Schub von Westen nach Osten ergeben, und tatsächlich haben wir gesehen, dass sozusagen alle Querfalten Graubündens nach Osten überliegen. Der allgemeine Süd-Nordschub hat sich in den Querfalten Graubündens infolge Interferenz mit schon vorhandenen tief verankerten seitlichen Widerständen in einen West-Ostschub übersetzt, und die Querfalten Bündens lassen sich auch mit einem solchen viel besser verstehen als mit dem umgekehrten Ost-Westschub der ostalpinen Geologen. Die treibende Kraft aber war auch hier kein Längsschub, sondern der allgemeine Süd-Nordschub. Das letzte Vordringen der penninischen Decken und ihrer Nachbarschaft zusammen mit dem Nachgeben der Zentralmassive bedingte eine Übertreibung des Deckenbogens und damit zusammen jene starke seitliche Stauung, der wir heute die Querfalten Graubündens verdanken.

Die Querfalten des Rhätikons als schon an der Aussenseite des Bogens liegend, können wir auf ähnliche Art und Weise erklären. Dieselben lassen sich ungezwungen als sekundäre Stauungen zwischen dem bereits tief verankerten Silvrettamassiv und der später emportauchenden helvetisch-hercynischen Region im Gefolge des allgemeinen Süd-Nordschubes ohne Schwierigkeiten deuten. Das Herumschwenken der ostalpinen Falten gegen Südwesten aber ist anderer Art. Es ist bedingt durch das Zurückschwenken des ostalpinen Bogens überhaupt, der hier von allem Anfang an durch die alten Widerlager des Vättiser- und Aarmassivs zurückgebremst worden war. Mit einem Ost-Westschub hat auch dieses Phänomen nichts zu tun.

Damit glaube ich nun zur Genüge gezeigt zu haben, dass die Querfalten Graubündens in keiner Weise mit ausgedehnten Ost-Westschüben in Zusammenhang gebracht werden müssen, sondern auch sie sich zwanglos erklären lassen aus dem unermüdlichen und unerschöpflichen Spiel der Kräfte, das der allgemeine Süd-Nordschub in den Alpen ausgelöst hat. Eine leichte weitere Krümmung des Deckenbogens, bedingt durch ein nochmaliges freieres Vorrücken desselben, das seinerseits wohl durch das endliche Nachgeben der hercynischen Massive veranlasst worden war, genügte, den Bogen zu übertreiben, im Vorland ihn zum Zerreissen, im Innern aber zu querer Faltung zu zwingen.

Die Querfalten Graubündens verdanken nicht grösseren unabhängigen Längsbewegungen ihr Dasein, auch sie sind letzten Endes der Ausdruck des primären und allgemeinen Süd-Nordschubes, der die Alpen vom Meer bis nach Wien beherrscht.

Benutzte Literatur.

1. O. Ampferer und W. Hammer, Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. Jahrb. k. k. geol. Reichsanstalt 1911.

2. P. Arbenz, Der Gebirgsbau der Zentralschweiz. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges. 95. Altdorf 1912, II. Teil.
3. — Die Faltenbogen der Zentral- und Ostschweiz. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zürich 1913.
4. — Die Wurzelregion der helvetischen Decken im Hinterrheintal bei Bonaduz und Rhäzüns. Eclog. X, 1909, ferner Verh. Schweiz. nat. Ges. Basel 1910.
5. — und W. Staub, Die Wurzelregion der helv. Decken in Hinterrheintal etc. Viertelj. Nat. Ges. Zürich 1910.
6. E. Argand, Les Nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux. Matér. carte géol. Suisse, nouv. sér. livr. XXXI. 1911.
7. — Les Nappes de recouvrement des Alpes occidentales ibid., livr. XXVII, Carte spéciale 64 et coupes, 1911.
8. — Sur les plis transversaux des Alpes occidentales et sur la tectonique du Tessin septentrional, Soc. neuchâtel. sciences nat. 1915.
9. — Sur l'arc des Alpes occidentales. Ecl. geol. Helv. Vol. XIV, 1916.
10. M. Blumental, Die Tektonik der Ringel—Segnesgruppe, Beitr. Geolog. Karte d. Schweiz 1912.
11. A. Buxtorf, A. Tobler, Baumberger u. a., Geologische Karte des Vierwaldstättersees. Beitr. geol. Karte d. Schweiz. Spezialkarte 66, 1916.
12. H. P. Cornelius, Über die rhätische Decke im Oberengadin und den südlich benachbarten Gegenden. Zentralbl. f. Min., Geol. und Pal. 1912.
13. — Petrographische Untersuchungen in den Bergen zwischen Septimer- und Julierpass. Inaug.-Diss. N. J. f. Min. Beilage-Bd. 35. Stuttgart 1912.
14. — Geologische Exkursionen im Oberengadin: Bivio—Maloja. Verl. Max Weg, Leipzig 1913.
15. — Geologische Beobachtungen im Gebiet des Fornogletschers. Zentralblatt f. Min. Geol. u. Pal. 1913.
16. A. Escher und B. Studer, Geologische Beschreibungen von Mittelbündten Neue Denkschriften d. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. III, 1839.
17. — Carte géologique de la Suisse, 2. Edition. 1867.
18. B. G. Escher, Über die prätriadische Faltung in den Westalpen etc. Inaug.-Diss. Zürich 1911.
19. W. Hammer, Die Ortlergruppe und der Ciavalatschkamm. Jahrb. d. k. k. Reichsanstalt 1908.
20. — Das Gebiet der Bündnerschiefer im oberen Inntal. Ebenda 1918.
21. Alb. Heim, Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, 25. Lief. Bern 1891.
22. — Das Säntisgebirge, Ebenda 1904.
23. — Über die nordöstlichen Lappen des Tessinermassivs. Vierteljahrsschrift d. Nat. Ges. Zürich 1906.
24. — Geologische Karte der Schweiz, 1 : 100000, Blatt XIV, 1885.
25. — Geologische Karte der Schweiz, 1 : 500000, II. Auflage 1911.
26. — und Arn. Heim, Die Juramulde im Aarmassiv bei Fernigen (Uri). Viertelj. d. Natur. Ges. Zürich 1917.
27. — und J. Oberholzer, Geologische Karte der Glarneralpen. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, 1908.
28. Arn. Heim, Monographie der Churfirsten—Mattstock-Gruppe. IV. Teil. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz n. F., XX. Lief. 1917.
29. — Geologische Karte der Alviergruppe. Ebenda 1918.
30. F. Heritsch, Handbuch der regionalen Geologie: Die Ostalpen. Bd. II, 5a, 1915.

31. H. Hoeck, Das zentrale Plessurgebirge. Ber. nat. Ges. Freiburg i. B., Bd. XVI, 1906.
32. J. Königsberger, Einige Folgerungen aus geologischen Beobachtungen im Aare-, Gotthard- und Tessinermassiv. Ecl. geol. Helv. Vol. X, 6, 1909.
33. M. Lugeon, Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. Bull. Soc. Geol. France 1901.
34. H. Meyer, Geologische Untersuchungen am Nordrande des Surettamassivs. Ber. nat. Ges. Freiburg i. B., Bd. XVII, 1909.
35. — Führer zu geologischen Exkursionen in Graubünden und in den Tauern: Andeer—Savognin. Geol. Rundschau, Bd. III, 1912.
36. H. Mylius, Ein geologisches Profil vom Säntis zu den Bergamasker Alpen. N. Jb. f. Min. etc., Beil. Bd. XLI, 1916.
37. F. Noë, Geologische Übersichtskarte der Alpen. Wien 1890.
38. W. Paulcke, Führer zu geologischen Exkursionen in Graubünden etc. Unterengadin, Geologische Rundschau 1912.
39. F. Rolle, Geologische Karte der Schweiz 1 : 100000. Blatt XIX, 1882.
40. H. Ph. Roothaan, Tektonische Untersuchungen im Gebiet der n. ö. Adula. Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich 1918.
41. A. Rothpletz, Ausdehnung und Herkunft der rhätischen Schubmasse. München 1905.
42. W. v. Seidlitz, Geologische Untersuchungen im östlichen Rhätikon. Ber. naturf. Ges. Freiburg i. B., Bd. XVI, 1906.
43. A. Spitz und G. Dyhrenfurth, Ducangruppe, Plessurgebirge und die rhätischen Bogen. Ecl. geol. Helv. Vol. XII, 4, 1913.
44. — Die Triaszonen am Berninapass und im östlichen Puschlav. Verh. k. k. geol. Reichsanstalt N. 16, 1913.
45. — Monographie der Engadiner Dolomiten zwischen Schuls, Scanfs und dem Stilfserjoch. Beitr. geol. Karte d. Schweiz n. F. XLIV Lief. 1915.
46. — Geologische Karte der Engadiner Dolomiten etc. Ebenda, Spezialkarte Nr. 72. 1915.
47. — A. Spitz, Verhandlungen der k. k. Reichsanstalt, Nr. 11, 1917. Referat Staub, Cornelius.
48. R. Staub, Zur Tektonik des Berninagebirges. Viertelj. d. Nat. Ges. Zürich 1914.
49. — Tektonische Studien im östlichen Berninagebirge. Ebenda 1916.
50. — Zur Tektonik der südöstlichen Schweizeralpen. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz n. F. XLVI. Lief. 1. Abteil. 1916.
51. — Tektonische Karte der südöstlichen Schweizeralpen. Ebenda 1916. Spezialkarte Nr. 78.
52. — Das Äquivalent der Dent Blanche-Decke in Bünden, deren Bedeutung und Nomenklatur. Festschr. Naturf. Ges. Zürich 1917.
53. — Über Faciesverteilung und Orogenese in den südöstlichen Schweizeralpen. Beitr. geol. Karte d. Schweiz 1917.
54. — Geologische Beobachtungen am Bergellermassiv. Viertelj. d. Naturf. Ges. Zürich 1918.
55. W. Staub, Geologie der Gebirge zwischen Schächen- und Maderanertal. Beitr. geol. Karte d. Schweiz 1912.
56. E. Suess, Das Antlitz der Erde, III. Teil, 1910.
57. P. Termier, Les Alpes entre le Brenner et la Valtelline. Bull. Soc. Geol. France 1905.

58. G. Theobald, Die südöstlichen Gebirge von Graubünden. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Lief. III, 1866.
59. — Geologische Karte der Schweiz, Blatt XX. Ebenda 1865.
60. — Geologische Karte der Schweiz, 1 : 100000, Blatt XV. Ebenda 1864.
61. K. Tolwinsky, Die Grauen Hörner. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich 1910.
62. D. Trümpy, Zur Tektonik der unteren ostalpinen Decken Graubündens. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich 1912.
63. — Geologische Untersuchungen im westlichen Rhätikon. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. N. F. 46. Lief., II. Abteil., 1916.
64. F. Zyndel, Tektonik von Mittelbünden. Ecl. geol. Helv. Vol. XI, 3, 1910.
65. — Über den Gebirgsbau Mittelbündens. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. 41. Lief., 1912.
66. — Kurze Mitteilung über die Bündnerschieferregion des Schams und Avers. Ecl. geol. Helv. Vol. XII, 4, 1913.

Über Wirkungen eines vorstossenden Gletschers.

Beobachtungen am obern Grindelwaldgletscher, Herbst 1918.

Von

A. DE QUERVAIN (Zürich).

Mit 1 Karte im Text und 1 Tafel.

Als Manuskript eingegangen am 5. Dezember 1918.

Der modernen Gletscherforschung war es bisher versagt geblieben, das Verhalten der Gletscher bei einem allgemeinen Vorstoss beobachten zu können. Von den schweizerischen Forschern, die in den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts gerade in der Erwartung des Eintritts dieses Phänomens die Überwachung der Gletscher und insbesondere die genaue Untersuchung des Rhonegletschers zu organisieren begonnen haben, sind wenige mehr unter uns; von diesen allerdings einer, dessen Namen für immer mit der „Gletscherkunde" verknüpft ist, und den wir jetzt feiern, in unverwüstlicher Frische! Aber auch uns Jüngern kam es vor, wie etwas von jenen Dingen, die wohl früher, sozusagen in der guten alten Zeit vorkamen, aber jetzt nicht mehr.

So ist es begreiflich, dass heute, wo es den Anschein hat, als ob das nicht mehr Geglaubte doch einmal zur Wirklichkeit werde, sich des Glaziologen angesichts einer solchen machtvoll vorwärts drängenden Eisfront geradezu eine gewisse Nervosität bemächtigt; jedenfalls aber eine grosse Spannung, sich und der Wissenschaft nichts von den Erscheinungen und Wirkungen entgehen zu lassen, die da zu beobachten sein möchten und von denen einige geeignet sein könnten, auch auf schwebende Streitfragen Licht zu werfen.

Schon vor fünf Jahren, als sich an den Gletscherenden noch kaum etwas regte, hatten wir den Eindruck, es sei Pflicht und zugleich höchste Zeit, wenigstens in dem uns nächstgelegenen Alpengebiet möglichst einwandfreie Firnzuwachsmessungen auf Grund vervollkommneter Methoden an die Hand zu nehmen, um doch für diesen

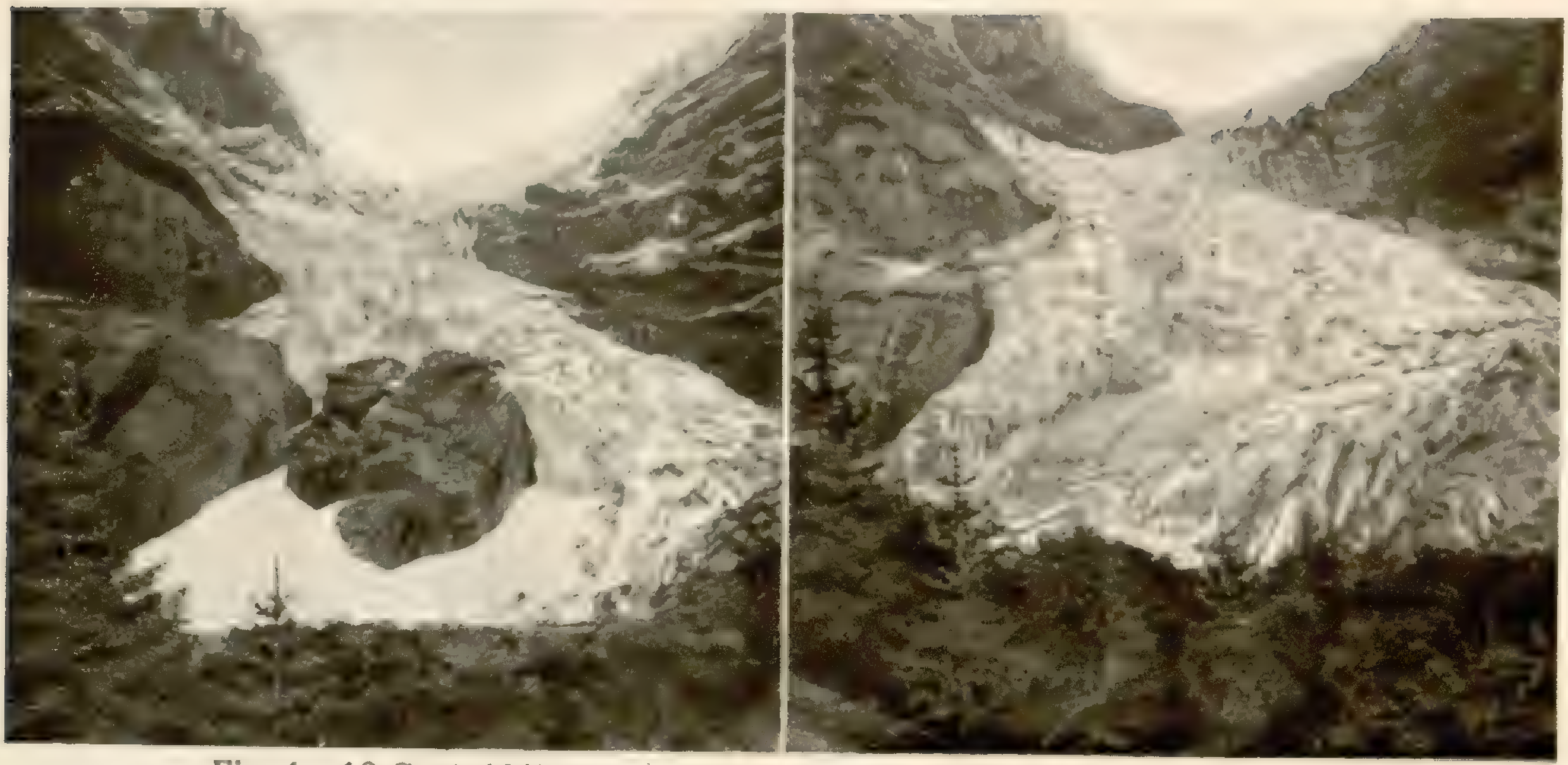


Fig. 1. 12. Sept. 1915. Fig. 2. 25. Aug. 1918. Phot. de Q.

Oberer Grindelwaldgletscher.

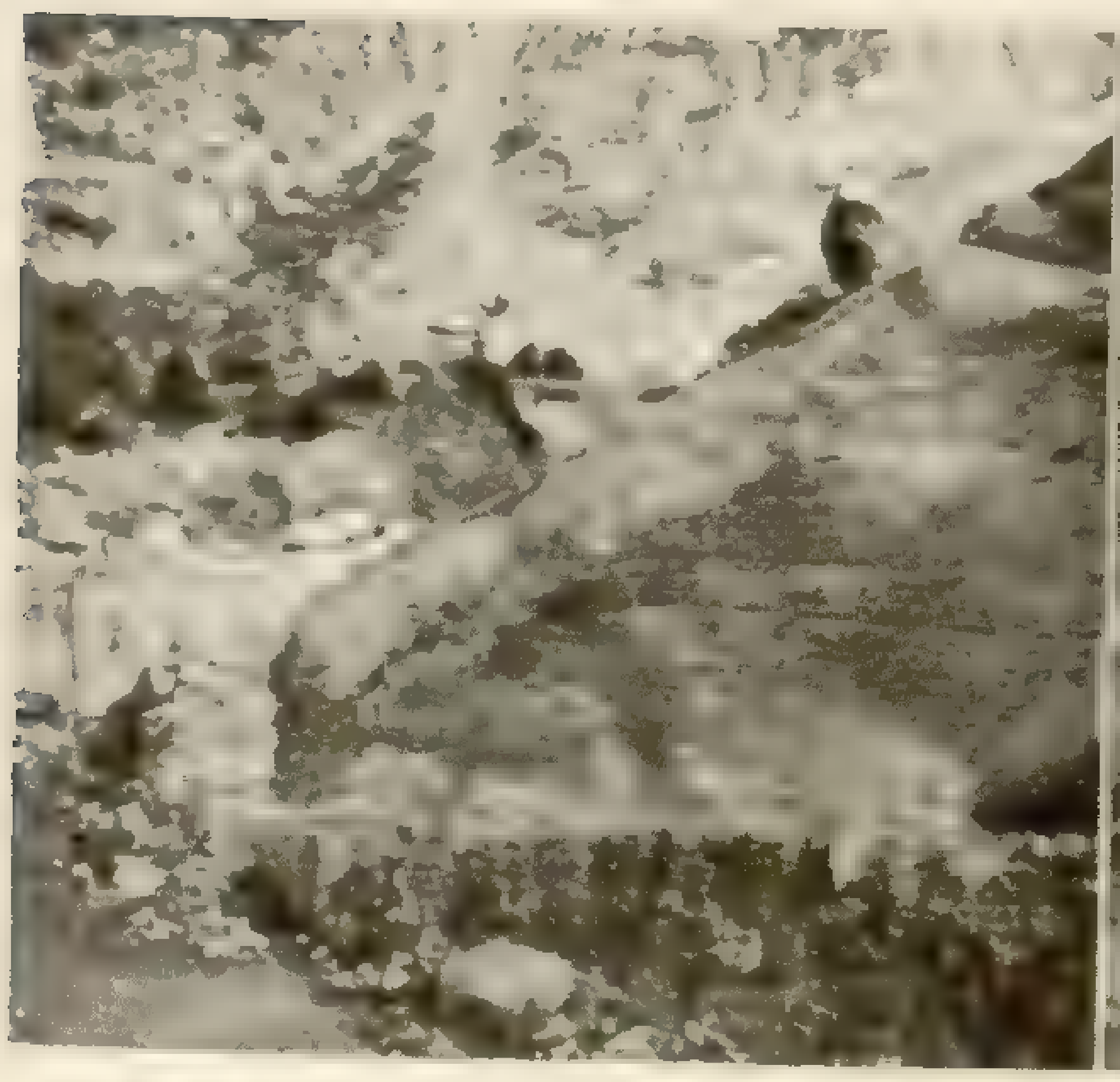


Fig. 3. Zungenende (bei P. 9). Die „Nase im Boden“ scharrt oberflächlich den Schotter auf.

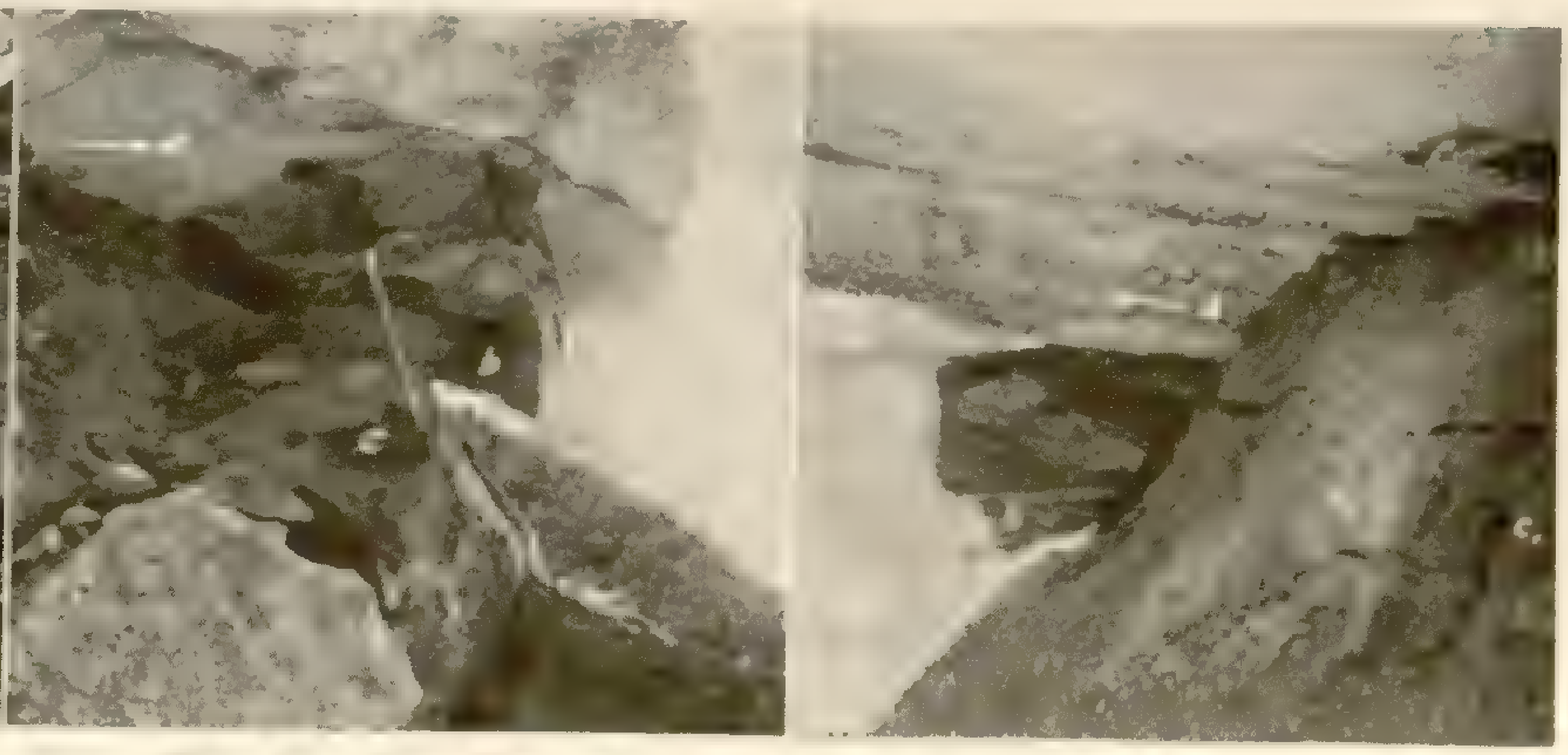


Fig. 4. (Von Osten) Fig. 5. (Von Westen). Phot. de Q.

Das Eis schiebt sich über einen mehrere Meter hohen Felsblock hinaus; a = schiebende Eisunterfläche, b = Unterseite des losgequetschten Teils des Felsens, c = fester Teil, c_1 = Spalten, beginnende Abtrennung (Punkt 7 des Kärtchens).

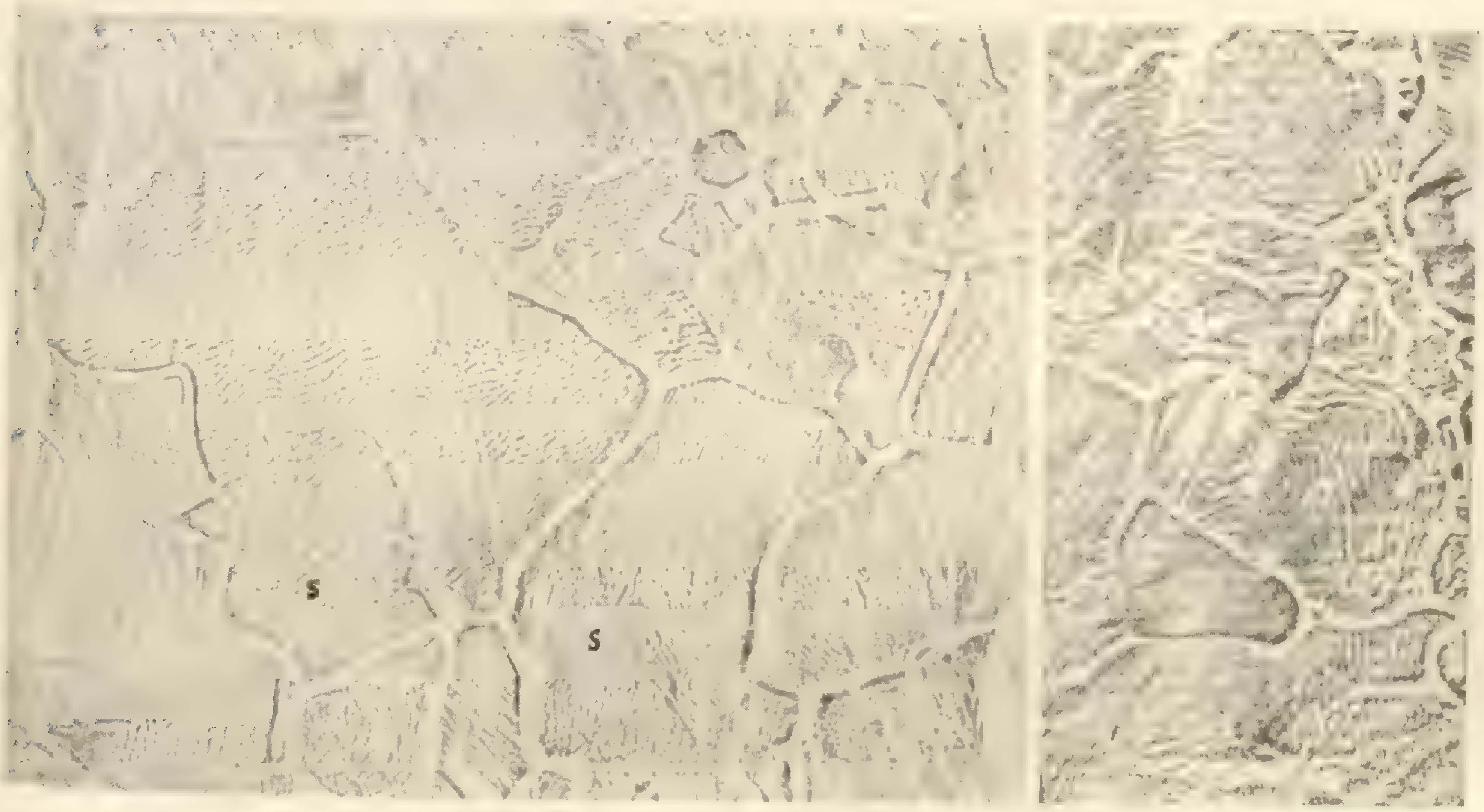


Fig. 6. Fig. 7.

Gletscherkörner mit Forelschen Streifen, in nat. Grösse, aufgenommen von A. Piccard durch direkten Abklatsch vom Eis. Bei S Andeut. v. Spaltung im Gletscherkorn — Fig. 7. Einheitl. Faltung d. Forelschen Streifen.

Vorstoss dafür gesorgt zu haben, dass wir nicht im Unklaren über die Veränderung der tatsächlichen Faktoren im Firngebiet bleiben, wo sich ja ein Vorstoss vorbereiten muss. Diese (unter der Ägide der physikalischen Gesellschaft Zürich) in Gemeinschaft mit wenigen ausdauernden Kollegen durchgeführten Messungen versprechen jetzt Jahr um Jahr grösseren Wert und erlauben, mit um so besserem Gewissen auch dem Studium der unterdessen lebendig gewordenen Gletscherenden sich zuzuwenden.

Wo man da auf interessante Erscheinungen stösst, wird man ohne Zögern sie zu erfassen versuchen; es wäre eine fatale Pedanterie, sich von vornherein nur auf ein einziges Objekt, wie etwa den „offiziellen“ Rhonegletscher festzulegen, der, so umsichtig er kontrolliert wird, doch vielleicht nicht alle Erscheinungen, z. B. diejenigen der Stirnmoränen, gleich typisch darbieten wird.

Seit 1913 hatte ich Gelegenheit, jährlich das Verhalten des klassischen obern Grindelwaldgletschers zu verfolgen, der ja für die Alpenschilderung zweier Jahrhunderte den Typus des Gletschers schlechthin abgegeben hat. Im Sommer 1918 fand ich ihn so interessant, dass ich meinen Aufenthalt ausdehnte, um das Zungenende mehrmals (im ganzen 7 mal) besuchen und in bescheidenem Umfang eine Anzahl genauerer Messungen und Beobachtungen machen zu können, über welche hier berichtet sei. Eine Unterstützung von anderer Seite, etwa durch die Schweiz. Gletscherkommission, wird vielleicht später eine sachlich erwünschte Weiterführung und etwas grössere Ausdehnung erlauben.

Dies und das von den Beobachtungen dürfte neuartig sein, wenn man es auch — nachträglich — als Vorauszusehendes zu bezeichnen versucht ist. Eine eingehende, in dieser Materie ja leicht polemisch werdende Diskussion konnte und sollte hier nicht Platz finden. Die mit den Fragen Vertrauten werden sich auch für die Darbietung einiger Tatsachen interessieren.

Ich beginne mit einigen allgemeinen Feststellungen. Am 25. August fand ich das Gletscherende, welches schon seit 1913 in langsamem Anschwellen und Vorrücken war, gegen 1917 stark verändert und zwar im ausgesprochenen Vorrücken und schon im Eintreten in die dem Absturz vorgelagerte Schotterebene. Der charakteristische Felsen in der Mitte der Zunge, der nach meiner Aufnahme von 1915 noch wenig verändert, aber 1917 durch in die Höhewachsen der Eistrümmerhalde schon stark verkleinert gewesen war, ist jetzt verschwunden (s. Bild 1 u. 2 in der Tafel VII); er ist am 15. Juni endgültig zugegangen und zwar schliesslich durch Überdeckung von oben her.[1] Es besteht noch jetzt auf der rechten (für den Beschauer linken) Seite eine aus Eistrümmern gebildete Halde, aus welcher der Gletscherbach hervorbricht, wo im Gletschertor deutlich die Zusammensetzung aus Trümmern erkennbar ist. Diese Eishalde verhält sich noch sehr wenig aktiv; freilich bewegt sie sich auch vorwärts, wie die Streifung des untenliegenden Lehms erkennen liess, da wo der Rand etwas zurückgeschmolzen war. Aber nur an der Ecke Punkt 1 (s. Kärtchen im Text S. 340, 1 : 2000) ist die Spur eines 10 cm hohen Moränchens aufgescharrt. Es ist zu erwarten, dass die Bewegung und die Aufarbeitung des Schotterbodens hier erst stärker wird, wenn die Massen (s. die früher durch den Mittelfelsen isolierte Zunge in Tafel VII, Bild 1 und 2 links) von oben nachgerückt sind, was wohl im Sommer 1919 erreicht sein wird. Rechts (für den Beschauer) ist das Vordrängen schon aus dem Habitus des Gletschers sehr charakteristisch erkennbar durch die gewölbte Stirn, die steil in die Moräne niedergeht, die sie vor sich her treibt. Auf einer von der gegenüberliegenden Talseite aus 1900 m Höhe gemachten Stereo-Aufnahme mit 150 m Basis war deutlich zu erkennen, wie die Eismassen gegenwärtig zunächst gegen die (von vorn gesehen) rechte Flanke (Milchbachmoräne des Hochstandes) gedrängt werden und an der Front schon etwas nach links zurückgelenkt ankommen. Später ist eine etwas andere Richtung zu erwarten; siehe die eingetragenen Schrammenpfeile des Kärtchens.

Die tiefen Radial- oder Längsspalten, welche dieser Teil der Zunge aufweist, kann ich nicht allein auffassen als Auseinanderfallen der Eismassen infolge tangentialen Zuges, sondern es kommt hier nach meiner Ansicht zum Ausdruck ebenso sehr oder mehr die aktive Druck-Stauchung der vordersten, noch gehemmten Eismassen durch die nachdrängenden. Eine solche Druckstauchung am Zungenende des vorrückenden, gegen die Blockmoräne sich stemmenden Gletschers tritt auch in anderer Weise in Erscheinung, durch die Bildung einer Art von schaliger Abspaltung der Eisschichten. Die untern Eismassen sind durch tiefe, verankerte Blockhindernisse noch gehemmt. Die obern müssen sich von ihnen in schaliger Schicht abscheren. Eine Aufnahme, die hier nicht wiedergegeben werden konnte, zeigt das

---

1) Zur Konstatierung dieser Veränderungen habe ich 1915, 1917 und 1918 von ein und demselben Standpunkt aus stereoskopische Aufnahmen mit 10—12 m Basis gemacht (von der Abzweigung des Weges zum Wetterhornaufzug aus). Diese Art der Aufnahme ist nach mannigfaltiger Erfahrung für alle derartigen Zwecke sehr zu empfehlen. Eine solche kleine Aufnahme selbst kleinsten Formats ersetzt, im Stereoskop betrachtet, die grössten Formate, ja übertrifft sie in der Verwendung zur Konstatierung räumlicher Verhältnisse und Veränderungen. (Sehr schöne Photographien hat übrigens seit einem Jahr die Schweiz. Landeshydrographie machen lassen.)

Bild einer solchen schaligen Abscherungs- oder Stauchungsspalte. Hinter der abgebildeten vordersten, die schon 1—2 m klaffte, war schon eine zweite im Entstehen. Die Moränenhindernisse waren an dieser Stelle am grössten (bei Punkt 11). Diese Art von Spalten kann naturgemäss nur an vorrückenden Gletscherenden beobachtet werden und musste deshalb in der bisherigen Spaltenklassifikation fehlen.

Wir gehen zur Charakterisierung der Moränen über. Sie sind sehr verschieden entwickelt und zusammengesetzt. Auf der linken Seite (vom Beschauer) fehlen sie sozusagen ganz (Karte Punkt 16, 1, 2). Hier liegt die wenig aktive Eistrümmerhalde. Rechts sind zu unterscheiden die Strecken, wo der vorrückende Gletscher nur auf Schotter gestossen ist, und wo er frühere Moränenblöcke antraf. Zwischen 13 und 14 ist die Moräne doppelt. Es ist vorgelagert ein 2 m hoher Wall von auffallend gleichmässigem, schon ziemlich gerundetem halbfaustgrossem Material; das ist der aufgeschürfte Schotter, bisher die einzige Stelle, wo der frühere Untergrund stärker angegriffen ist; dahinter, unmittelbar am Eis, liegt ein etwas höherer und breiterer Wall von groben bis metergrossen Blöcken; einer von cirka 50 m^3 bei Punkt 11. Dieser setzt sich, die ursprüngliche Einsenkung bei 10 mitmachend, bis 9 fort, oben 2—3 m breit und etwa 3 m hoch; von Punkt 9—8 ist nur sehr feines Glazialschotter-Material ca. $^1/_2$ m hoch aufgeschürft; weiter nach rechts sind es wieder grosse Blöcke, mit grundmoränenartigem Schlamm und Sand gemischt, welche die Moräne ausmachen (Tafel VII, Bild 3). Es wird wichtig sein, festzustellen, wie stark der Gletscher fernerhin den Schotter aufpflügt.

Höchst bemerkenswert erscheint das Verhalten des vordringenden Eises zur Moräne. An den meisten Stellen schiebt das Eis die Wälle vor sich her; wo Vegetation vorhanden war (Rasendecke besonders zwischen Punkt 11 und 13), ist dieselbe $^1/_2$—1 m weit vor der Moräne in Runzeln gefaltet und gestaucht; die kleinen Tännchen sind niedergelegt; zwischen 5 und 6 werden schon armsdicke Erlen niedergelegt (resp. vorher abgeholzt!). Wie der Gletscher mit „der Nase im Boden“ wie ein Pflug scharrt, ist am schönsten bei Punkt 9 zu sehen, auf welchen sich auch einige unten angeführte Messungen beziehen (Bild 3). Vorläufig geschieht, nach dem aufgeworfenen Material zu schliessen, dieses Pflügen zu vorderst nur wenige cm tief.

Bemerkenswert ist das Benehmen des Eises an jenen Stellen, wo grosse, zum Teil von früher her im Boden verankerte Blöcke das Vordringen hemmen. An diesen Punkten stösst das Eis über die Moräne oder das Hindernis weg frei in die Luft hinaus, mehrere

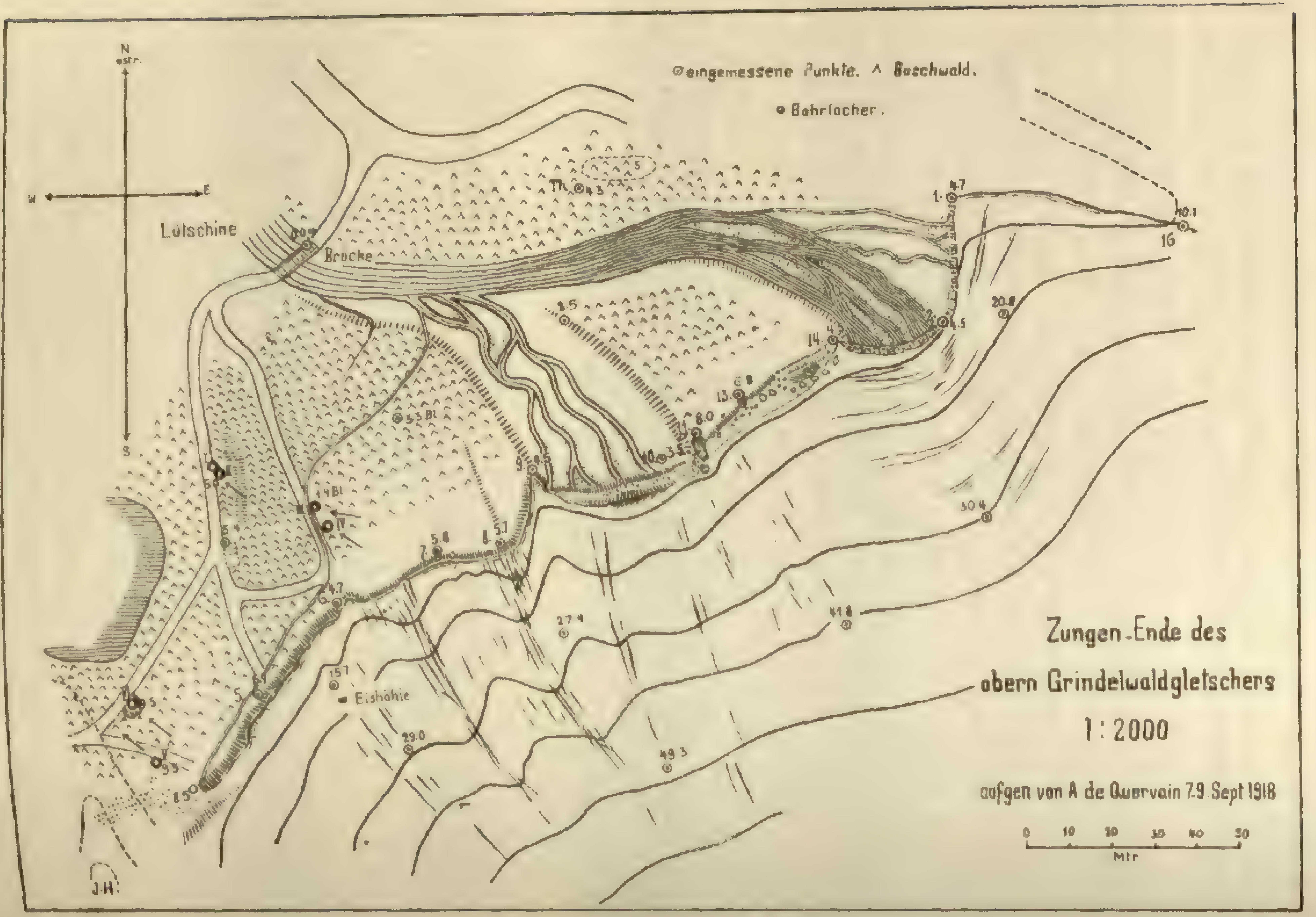

⊙ eingemessene Punkte. ^ Buschwald.
⊙ Bohrlocher.
N
estr.
W
E
S
Lütschine
Brucke
Th.
Eishöhle
Zungen-Ende des
obern Grindelwaldgletschers
1 : 2000
aufgen von A de Quervain 7.9. Sept 1918
0 10 20 30 40 50
Mtr
J.H.

Fig. 1. Zungenende des Obern Grindelwaldgletschers, Herbst 1918, aufgen. v. A. d. Q.

Meter hoch und weit ein eigentliches Eisvordach bildend (siehe Tafel VII, Bild 4).

Ausserordentlich interessant ist nun das Verhalten des Eises zu solchen widerstrebenden, von ihm überholten Blöcken. Es ist erstaunlich zu sehen, wie aktiv das Eis hier wirkt. Schon beim Betreten der jungen Moränen fällt es auf, wie die meisten der Blöcke ganz frisch und stark verwundet sind, als ob ein Steinhauer hier gearbeitet habe; manche Blöcke gesunden Gesteins (Grauer und grünlicher, zum Teil mehr schiefriger Gneis, als Mylonit bestimmt) sind in einzelne Stücke zerpresst und zermürbt, deren Zusammenhang eben noch erkenntlich ist.

Man denkt zunächst an die gegenseitige Zerpressung der Blöcke unter dem Druck des Eises.

Bei näherem Zusehen lässt sich auch feststellen, wie das Eis selbst den widerstrebenden, im Boden noch festgehaltenen Blöcken, indem es über sie weg und um sie herum „fliesst", oder sich presst, kopfgrosse bis zentnerschwere Stücke einfach abreisst. Diese erstaunliche, brutale Machtäusserung des anscheinend nachgiebigen Eises gegenüber dem festen Felsmaterial war an einigen Punkten so auffallend und evident, dass sie sogar ganz von selbst die Aufmerksamkeit der an der Eishöhle arbeitenden Einheimischen auf sich zog. Unten sind Messungen eines Einzelfalls mit dazugehöriger Abbildung (Tafel VI, Fig. 4 und 5) wiedergegeben.

Das Ausbrechen von Stücken geschah auch seitlich an solchen Blöcken, die schon einigermassen gerundet waren, und wo man hätte annehmen können, das Eis finde vielleicht nicht mehr genügende Anhaltspunkte; ein zweiter und dritter Besuch zeigte trotzdem zu meiner Überraschung solche Blöcke neu verletzt. Was mit ganz glatten Blöcken geschieht, entzog sich der Beobachtung.

Ein guter Einblick in die Beschaffenheit der Reibungsfläche zwischen Eis und Fels bot sich durch den abgewarteten Zufall, dass eine über die Moräne vorgeschobene Eismasse (diejenige von Bild 4 und 5) von ca. 10 m^3, vor den Augen und Füssen des Beobachters niederstürzte, sodass die eben noch tätig gewesene, mehrere Quadratmeter grosse Schubfläche des Eisblocks sowohl wie die passive Fläche des Felsblocks sofort betrachtet werden konnten.

Zwischen Eis und Fels hatten sich zerriebener Schlamm und kleinere Steine befunden. Sehr bemerkenswert ist, dass letztere recht fest am Fels hafteten und offenbar angefroren waren, obschon die Lufttemperatur ca. 10° betrug. Auch die entsprechenden am Eisblock haftenden Steine und zermalmten Splitter waren angefroren. Man hat wohl anzunehmen, dass dieses Anfrieren der plötzlichen starken Druckentlastung nach dem Stürzen des Eisblocks zuzuschreiben ist; also einem Regelationseffekt.

Die Betrachtung der frühern Unterfläche des Eisblocks zeigte, dass das Eis sich schneller bewegt hatte, als die eingebackenen Steine; denn auf der Stoßseite waren dieselben fest vom Eis umpresst; auf der abgekehrten Seite dagegen erstreckte sich noch 20—30 cm weit in Hohlform das Profil dieser 1—3 cm breiten Steine, und zwar etwa 5 cm weit ganz scharf und noch 20 cm weiter schon etwas abgestumpfter.

Diese Erscheinung erklärt mir die langgestreckte Facettenbildung hinter härtern Gesteinseinschlüssen an eisgeglätteten Felsen, wie ich sie z. B. an der Felswand am Ende des Weges zur frühern Eishöhle am untern Grindelwaldgletscher bis zu 1 m Länge vielfach beobachtet habe, im Kalk hinter eingeschlossenem Quarz. Vielleicht wirft diese Beobachtung auch einiges Licht auf die Entstehung jener höchst eigentümlichen ganz geraden, sehr langgestreckten, in der Richtung der Eisbewegung liegenden Schuttwälle im Lee fest verankerter Felsblöcke („Schuttfahnen"), wie ich solche zuerst vom Bifertengletscher beschrieben habe (s. Verhandl. d. Schweiz. Nat. Ges. 1917. S. 204). Diese Beobachtung wird dann auch von A. Heim in der „Geologie der Schweiz" bestätigt (pag. 440).

Das Erklärungsmoment besteht für mich darin, dass das Eis bei den hier vorkommenden Druckverhältnissen tatsächlich nicht so plastisch ist, dass die durch ein Hindernis entstandene Furche bald sich schliesst; es bleibt also in dem einen Fall der Felsen eine Strecke weit vor Abschleifen bewahrt (Entstehen der Felsfacetten), im andern Fall, hinter grossen Blöcken, bleibt das Eis sogar noch viele Meter weit ohne Berührung mit dem Boden; eindringende Luft mag beitragen die Furche offen zu halten, in welche das seitlich aufliegende Eis den ausweichenden Schutt hineinpresst; so entstünden dann die Schuttfahnen im Lee der Blöcke.

Lehrreich für die Beurteilung des wirklichen Plastizitätsgrades des Eises am Gletscherende im Verhältnis zur Unterlage ist noch folgende, bei oben erwähnter Gelegenheit gemachte Beobachtung: Auffallend war ein unmittelbar hinter den Steinen vorhandener Schaum von geschabtem Eis, aus 1—2 mm grossen, feinen Blättchen bestehend: sozusagen die Hobelspäne, die hier vom Werkzeug selbst abgegeben wurden! Die Schleifarbeit hatte also bis zur letzten Sekunde vor dem Abstürzen gedauert und war nicht ausschliesslich mit plastischer Deformation vor sich gegangen. Wenige Minuten nachher wäre dieser intime Einblick in die Art des Arbeitens natürlich nicht mehr möglich gewesen.

Von Interesse mag nun noch sein die Mitteilung einzelner Bewegungsmessungen am Eis und an Felsstücken, die im Losbrechen begriffen waren. Die Bewegung der pflügenden Eisnase bei Punkt 9, genauer des vor ihr hergeschobenen Walls von feinem Kies und Sand wurde gefunden: vom 28. Aug. bis 1. Sept. um 70 cm. Vom 1. Sept. bis 7. Sept. um 136 cm; im Mittel täglich um 21 cm, wobei ein Teil der Tage sonnig und warm war, so dass die Abschmelzung entgegengearbeitet hat. Bei Punkt 11, vor der grossen, ungemein stauenden Blockgruppe, sind immerhin die Bodenwülste vom 28. Aug. bis 1. Sept. um 10 cm vorgerückt, bis 7. Sept. insgesamt um ca. 30 cm. (s. auch unten Seite 347)

Folgende Beobachtungen gelangen über die Bewegung eines in Abscherung begriffenen Felsblocks (Bild 4 und 5). Am 25. Aug. war der linke Teil „b“ eines mehrere Meter breiten und hohen, offenbar tief verankerten, sehr grossen Blocks „c“ (schiefriger, grüner Gneis, Mylonit) bei Punkt 7 auf ca. 1 m Breite und Tiefe und 40 cm Dicke vom darüber hinauskriechenden Eise „a“ schon ausgebrochen und 46½ cm weit mitgenommen; am 28. Aug. war das Stück um 16½ cm weiter geführt und jetzt in mehrere Stücke zerpresst; am 1. Sept. noch 11½ cm weiter (s. Bild 4 und 5.) Wenige Minuten nachdem sich der Beobachter zum Zwecke der letzten Messung unter dem überragenden Stück befunden und in der Sturzlinie befindliche Internierte gewarnt hatte, stürzten die Trümmer ab. Der ausgebrochene Teil des grossen Blocks betrug ca. ¼ m^3. Die rechte Seite des obersten Teils des Blockes war oben geblieben und nur um ca. 2 cm während der Beobachtungszeit verschoben worden, wie auch auf Bild 5 (links oberhalb c) ersichtlich ist. Das neuerdings (nach dem am folgenden Tag erfolgten Absturz der Eiszunge) über den Block vorrückende Eis wird wohl die Arbeit weiter fördern. Man möchte hier eher von einer zertrümmernden als nur von einer splitternden Erosion des Gletschers sprechen. Es sieht darnach aus, als ob Blöcke mit geeigneter und entsprechend orientierter Struktur auf diese Weise schnell aufgearbeitet werden können. Kommt es nachher überhaupt zur Abrundung so wird die schleifende Erosion nach einem wesentlich andern Tempo arbeiten. Es mag sein, dass dann diese anfängliche Zertrümmerung in wenigen Wochen mehr vollbringt, als die spätere Schleifarbeit von Jahren beträgt.

Das Verhalten des Eises zu solchen im Schutt des Vorgeländes steckenden Blöcken schien mir von jeher besonderes Interesse zu bieten. Es sind ihm auch wegen des noch zu besprechenden Anbringens von Erosionsmarken noch einige Bemerkungen zu widmen. Dass grosse, nicht anstehende, mehr oder weniger aus dem Schutte oder der Grundmoräne herausragende Blöcke im Zungengebiet vom Gletscher nicht wesentlich von der Stelle bewegt, aber an Ort und Stelle in unveränderter Lage lange Zeit, wohl während einer ganzen Vorstosszeit recht erheblich bearbeitet worden sind, habe ich 1911 am schönsten vor der Zunge des Bifertengletschers gefunden und später darauf aufmerksam gemacht: es ist natürlich auch anderswo zu sehen, z. B. am Rhonegletscher. Angesichts des ersteren Beispiels (auf welches sich auch A. Heim an der angeführten Stelle bezieht) pflegte ich jeweils die Teilnehmer der Exkursion aufmerksam zu machen auf die scheinbar entgegengesetzten Schlussfolgerungen, die aus diesen Vorkommnissen gezogen werden können (und seither auch gezogen worden sind): Man kann mit Nachdruck darauf hinweisen, dass der Gletscher selbst da, wo er nicht mehr grosse Geschwindigkeit und Mächtigkeit besitzt und eine allgemeine Schuttunterlage nicht mehr forträumt, sondern sie nur zum „Drumlin" formt, doch noch eine solche Felsenunebenheit recht stark, wohl in verhältnismässig wenig Jahren, abgeschliffen hat. Ebenso nachdrücklich aber kann man betonen, dass ein Gletscher selbst da, wo er solche Unebenheiten noch ganz merklich abrundet, nicht einmal im Stande sei, so weit in die Tiefe zu arbeiten, dass er diese Blöcke und den sie festhaltenden Schutt fortschaffe!

Angesichts des vorrückenden Gletschers schien es mir am richtigsten, ihm selbst auch weiterhin die in einigem ja schon angedeutete Antwort auf die Frage zu überlassen, ob und wie weit er vorziehe, den lockern Untergrund, oder den Fels oder beides, oder keines in Angriff zu nehmen; um diese Antwort zu ermöglichen, war einerseits eine Aufnahme des dem Gletscher unmittelbar vorgelagerten Terrains in seiner jetzigen Höhenlage, andererseits die Anbringung von Erosionsmarken nötig, worin A. Baltzer am untern Grindelwaldgletscher 1892 in umfassender Weise vorangegangen ist. Ausser am Rhonegletscher liegt in der Schweiz ein ein Hinsicht auf einen Vorstoss gemachte grössere Aufnahme eines Zungengebiets jetzt noch vor vom Bifertengletscher, dank der uneigennützigen Arbeit von Ing. E. Schnitter, der sich von uns dafür interessieren liess. Im vorliegenden Fall, wo es sich um eine Improvisation handelte, konnte ich diesen Mustern leider nicht folgen, sondern musste mich, nachdem ich mich vergebens um fachmännischen Beistand umgetan hatte, auf das Notwendige, zur Charakterisierung der augenblicklichen Situation aber auch ganz genügende beschränken, nämlich die tachymetrische Aufnahme des vordern Eis- und Moränenrandes, und einiger Anschlusspunkte des Vorgeländes und auch einer Anzahl Punkte des Eisabhanges selbst, in der Nähe des vordern Randes, bis zu 50 m Höhe, von denen einige nur heikel zu erreichen waren.

Die Arbeit des Lattenträgers am Gletscherfuss und auf dem Gletscher übernahmen am 7. Sept. meine Frau, am 9. Sept. Herr Pfr. Martin Nil in Grindelwald, unterstüzt von zwei Lehrern des Orts, Herren Brawand und Reist.

Die Höhen, die auf ca. ± 0.1 m unter sich zuverlässig sind, wurden in die Karte eingetragen, bezogen auf den Zufahrtweg am Ende der steinernen Brücke, die ca. 80 m von der jetzigen Front über die Lütschine führt (1.60 m über dem Wasser). Bei weiterem Vorrücken muss dieser Punkt natürlich rückwärts angeschlossen werden. Die Entfernungen vom Theodolitstandpunkt sind auf etwa ± 0.2 m richtig (es wurde fast immer das Mittel aus zwei Tachymeterablesungen genommen); die Mikrometerkonstante wurde geprüft.

Es schien mir das richtigste, bei einem vorrückenden Gletscher einfach den vordern Fuss der Moräne aufzunehmen, wo eine solche sich bildet. Damit ist nämlich zugleich ein Profil des Geländes in derjenigen Höhenlage festgelegt, in der der Gletscher dasselbe antritt. Aufeinanderfolgende Aufnahmen werden so das ganze Vorgelände erfassen (falls nicht vorgezogen wird, dasselbe sogleich in grösserem Umfang aufzunehmen). Wenn dann nach dem Rückzug des Gletschers das Gelände wieder frei wird, werden die Veränderungen leicht festzustellen sein, hinsichtlich der Aufschüttung oder der Ausräumung von Schutt.[1])

Die Erosionsmarken sollen der Feststellung der Felsbearbeitung dienen. Nach dem Vorgang von A. Baltzer am untern Gletscher (wo die Marken aber wohl noch lange Zeit nicht erreicht sein werden) schien es mir geboten, die anscheinend sehr günstige Gelegenheit am obern Gletscher nicht zu versäumen, soweit es die Mittel erlaubten.

Es fanden sich zunächst im Schotter des Vorgeländes drei typische Gneisblöcke von mehreren Metern Ausmass, welche anscheinend sehr tief im Untergrund steckten und von denen ich nach der ganzen Art und Orientierung ihrer gegenwärtig sichtbaren Eisbearbeitung mit Wahrscheinlichkeit annehmen konnte, dass der vorrückende Gletscher sie an ihrer Stelle lassen werde. In diese drei Blöcke wurden 4 Lochmarken gemeisselt.

---

[1]) Nachträglich erst konnte ich, in Widerspruch mit anderer Auskunft, in Erfahrung bringen, dass im Frühjahr die Landeshydrographie schon einige Messungen ausgeführt hatte, welche nun einen interessanten Vergleich zur Feststellung der seitherigen Fortschritte erlauben werden.

Ferner fanden sich ziemlich auf der rechten Seite (vom Beschauer) 2 Stellen im glattgeschliffenen anstehenden Kalk, wo auch zwei Lochmarken eingehauen wurden. Alle Löcher wurden (bei einem Durchmesser von 15—16 mm) ca. 120 — 130 mm tief gemacht (d. h. so weit die Länge der Meissel ging) und entweder direkt tachymetrisch eingemessen, oder an eingemessene Punkte angeschlossen. Alle Löcher wurden mit Wachs ausgegossen. Die Lochtiefen betragen im Einzelnen der Reihe nach

I	II	III	IV	V	VI
12,80	11,80	11,20	13,15	12,20	12,60 cm

Hiervon sind I und II im selben Gneisblock, III und IV in den beiden andern, V und VI im Anstehenden (s. Kärtchen). Genauere Angaben über die Einzelheiten sind dem Archiv der Schweiz. Gletscherkommission übergeben. Bei der Wahl des Lochpunktes auf dem Block oder Fels wurde die Möglichkeit berücksichtigt, dass das Eis von der Leeseite rückwärts durch Absprengen von Stücken den Block verkleinern und auf diese Weise die Marke erreichen und entfernen könnte; der Abstand vom Bruchrand wurde also ziemlich gross (ca. 1 m) gewählt und überdies genau gemessen, damit eine solche „Rückwärtserosion“ durch Absplitterung, wenn sie stattfände, nachträglich konstatiert werden könne. Die Wahrscheinlichkeit ist übrigens bei der hier vorliegenden Gestaltung und dem Gefüge der Blöcke von vornherein nicht gross. Die Tiefe der Löcher, die einigermassen durch Zeit und Mittel beschränkt und lange nicht so gross wie bei Baltzer ist, dürfte immerhin, wenigstens bei nicht mehr als 10—20jähriger Bedeckung und Bearbeitung durch das Eis, noch ziemlich anspruchsvollen „Gletscherhoblern“ genügen, während den Konservativsten die Genauigkeit der Tiefenbestimmung auf 0.5 mm eben noch hinlänglich zur Feststellung der Wirkung erscheinen mag. Bei einigen Löchern wird eine eventuelle Vertiefung nächstes Jahr noch möglich sein.

Und nun soll der Gletscher an die Arbeit gehen — hoffentlich nicht zu lange. Wir möchten doch selber die Antwort auf unsere Fragen erleben.

Nach Abfassung des Vorstehenden hatte ich die Chance, eine Kopie davon, nebst dem Kärtchen, Herrn Prof. A. Piccard, mit der Bitte um einige ergänzende Beobachtungen, nach Grindelwald mitgeben zu können. Seinen Aufenthalt vom 3. — 6. Okt. hat er denn auch, mit im Gedanken an die Bestimmung seines Beitrags, in liebenswürdigster und sehr erfolgreicher Weise für die Erfüllung dieser Wünsche verwendet. Aus seinen Notizen und mündlichen Mitteilungen ergibt sich folgendes:

Der Eisrand bei Punkt 1 hat auch jetzt noch keine Moräne aufgescharrt. Vom 4. Sept. bis 4. Okt. hat sich die Moräne bei der Erosionsmarke V um ca. 1.1 m vorgeschoben, bei Punkt 6 um ca. 1.4 m; bei Punkt 7 sind die tiefverankerten Blöcke nicht merklich vorgeschoben; das Eis ist 1.5—2 m über sie hinausgegangen; ein weiteres Stück des Blocks (Tafel VII, Fig. 5, rechts von c) ist seitlich abgequetscht worden. Seine Messungen an der besonders gut zu messenden, aufgescharrten Moräne bei Punkt 9 kombiniert mit den meinigen und mehreren vorangehenden und nachfolgenden Messungen von Herrn Pfr. M. Nil ergeben für deren Vorrücken:

Tägliches Vorrücken:

28. Aug.	7. Sept.	15. Sept.	26. Sept.	4. Okt.	6. Okt.	18. Okt.[1]
21	—	16	10	11	7	9 cm

Für das Vorrücken des Eises selbst an jener Stelle hatte ich vom 1.—2. Sept. den Wert 24 cm ± 2 gefunden, während aus seinen sorgfältigen Messungen vom 3.—6. Okt. ein Mittel von 17.0 cm folgt. (3./4. = 18.0, 4./6. = 16.4 cm)

Es hat also für Eis und Moränenfuss an dieser Stelle die Geschwindigkeit des Vorrückens abgenommen und zwar, wie es scheint, schon seit dem Sommer oder Frühjahr, da die mittlere Geschwindigkeit des vorrückenden Eisrandes an dieser Stelle seit dem 24. Mai (aus Differenz gegen die Aufnahme durch Herrn Ing. Lütschg, von der hydrogr. Landesanstalt, nach freundl. Mitteilung) bis zum 9. Sept. noch 29 cm täglich betragen hat; der Fortschritt scheint aber überhaupt hier besonders gross gewesen zu sein, wegen Fehlens von Hindernissen; auf eine allgemeine Verlangsamung möchte ich deshalb noch nicht schliessen.

---

[1] Während des Drucks erhalte ich noch folgende Angaben: 18. Okt. — 3. Nov. ca. 8 cm täglich; 3. Nov. — 16. Nov. ca. 15 cm täglich; 6. Dez. — 4. Febr. ca. 16 cm täglich. Die Geschwindigkeit hat sich also hier wieder vergrössert. Die Runzeln des Bodens vor den Blöcken bei Punkt 11 schritten vom 18. Okt.—16. Nov. durchschnittlich um 3,3 cm täglich vor, variierend zwischen 1 und 7 cm. — Bei Punkt 6 stösst das Eis jetzt über die 3—4 m hohe Moräne 4—5 m frei in die Luft (6. Dez.). Seither beträgt das Vorrücken hier 27—30 cm täglich. Am 16. Januar hatte das Eis die hohe Blockmoräne einfach überkrochen, sich weit jenseits ohne Bruch auf die Schotterebene gesenkt, und stand mit seiner aus dem Schotter neu aufgescharrten ca. 1 m hohen Moräne und 45° hoher steiler Stirn am 4. Februar nur mehr 3,8 m von der Schutzhütte (Kote 5.4 des Kärtchens). Mit dieser Hütte wird man nun wieder „dem Gletscher weichen müssen“, wie es in den alten Grindelwaldner Berichten heisst.

sie an ihrer Stelle lassen werde. In diese drei Blöcke wurden 4 Lochmarken gemeisselt.

Ferner fanden sich ziemlich auf der rechten Seite (vom Beschauer) 2 Stellen im glattgeschliffenen anstehenden Kalk, wo auch zwei Lochmarken eingehauen wurden. Alle Löcher wurden (bei einem Durchmesser von 15—16 mm) ca. 120—130 mm tief gemacht (d. h. so weit die Länge der Meissel ging) und entweder direkt tachymetrisch eingemessen, oder an eingemessene Punkte angeschlossen. Alle Löcher wurden mit Wachs ausgegossen. Die Lochtiefen betragen im Einzelnen der Reihe nach

I	II	III	IV	V	VI
12,80	11,80	11,20	13,15	12,20	12,60 cm

Hiervon sind I und II im selben Gneisblock, III und IV in den beiden andern, V und VI im Anstehenden (s. Kärtchen). Genauere Angaben über die Einzelheiten sind dem Archiv der Schweiz. Gletscherkommission übergeben. Bei der Wahl des Lochpunktes auf dem Block oder Fels wurde die Möglichkeit berücksichtigt, dass das Eis von der Leeseite rückwärts durch Absprengen von Stücken den Block verkleinern und auf diese Weise die Marke erreichen und entfernen könnte; der Abstand vom Bruchrand wurde also ziemlich gross (ca. 1 m) gewählt und überdies genau gemessen, damit eine solche „Rückwärtserosion“ durch Absplitterung, wenn sie stattfände, nachträglich konstatiert werden könne. Die Wahrscheinlichkeit ist übrigens bei der hier vorliegenden Gestaltung und dem Gefüge der Blöcke von vornherein nicht gross. Die Tiefe der Löcher, die einigermassen durch Zeit und Mittel beschränkt und lange nicht so gross wie bei Baltzer ist, dürfte immerhin, wenigstens bei nicht mehr als 10—20jähriger Bedeckung und Bearbeitung durch das Eis, noch ziemlich anspruchsvollen „Gletscherhoblern“ genügen, während den Konservativsten die Genauigkeit der Tiefenbestimmung auf 0.5 mm eben noch hinlänglich zur Feststellung der Wirkung erscheinen mag. Bei einigen Löchern wird eine eventuelle Vertiefung nächstes Jahr noch möglich sein.

Und nun soll der Gletscher an die Arbeit gehen — hoffentlich nicht zu lange. Wir möchten doch selber die Antwort auf unsere Fragen erleben.

Nach Abfassung des Vorstehenden hatte ich die Chance, eine Kopie davon, nebst dem Kärtchen, Herrn Prof. A. Piccard, mit der Bitte um einige ergänzende Beobachtungen, nach Grindelwald mitgeben zu können. Seinen Aufenthalt vom 3.—6. Okt. hat er denn auch, mit im Gedanken an die Bestimmung seines Beitrags, in liebens-

Körner systematisch derart gebogen sind, dass das ganze eine völlige, wenn auch wiederum von Abscherungen durchsetzte Falte auf dem Raum weniger Quadratzentimeter bildet (Tafel VII, Fig. 7, zum Stutzigwerden an Fingerabdrücke erinnernd!). Hierin käme also zum Ausdruck die Tatsache der Verschiebung der Eisteilchen nicht durch gegenseitige Verlagerung der Gletscherkörner, sondern durch kontinuierliche Deformation innerhalb des Gletscherkorns. Bei einem weitern Studium der Gletscherkorn-Erscheinungen an Hand der Forelschen Streifen wird das Piccardsche Verfahren noch vortreffliche Dienste leisten.

Ein Zurückkommen auf das alte, einst so aktuelle Thema, das der sorgfältigste Bearbeiter, R. Emden, selbst als noch nicht abgeschlossen bezeichnet, auf Grund dieses einfachen Verfahrens und systematischer Aufnahmen am Gletscher selbst, dürfte nach unsern Andeutungen lohnend erscheinen.

Neuere Ergebnisse der Geologischen Untersuchung des östlichen Mexico.[1]

Von

Walther Staub (z. Z. Tampico-Mexico).

Als Manuskript eingegangen am 15. Dezember 1918.

Schreiber dieser Zeilen ist nun schon bald drei Jahre zusammen mit zwei tüchtigen Mitarbeitern, J. M. Muir aus Edinburgh (Scotland) und Dr. H. Adrian aus Olten, damit beschäftigt mitzuhelfen, trotz ungünstiger politischer Verhältnisse, die geologische Untersuchung im östlichen Mexico vorzutreiben. Diese Untersuchungen geschehen im Auftrage der Bataafschen Petroleum Maatschappij, welche Gesellschaft auch in freundlicher Weise auf die Empfehlung von Herrn van Geytenbeck, Leiter der Zweiggesellschaft in Mexico, und Herrn Dr. J. Erb, Chefgeologe der Direktion im Haag, hin, die Veröffentlichung dieser Zeilen erlaubt.

Unsere Untersuchungen haben den Bau des ölführenden Gebietes in Mexico klarzulegen. Da jedoch der Bau eines bestimmten Ölfeldes sich dem Gesamtbau der Gegend unterordnet, werden Streifzüge durch das ganze östliche Mexico nötig, zu welchen Exkursionen auch die Gesellschaft in weitblickender Weise die Mittel bot. Die mit grossen Unkosten niedergetriebenen Bohrungen in einem Ölfelde, oder die noch teureren Versuchsbohrungen ausserhalb der bekannten Ölgebiete decken in vielen Einzelheiten den Bau des verborgenen Untergrundes auf und tragen so, obschon auf Ölgewinnung hin gerichtet, zu einer vertieften Erkenntnis des Baues einer Gegend bei, wie sie durch wissenschaftliche Untersuchungen an der Tagesfläche allein nicht erreicht werden kann. Wir erachten es als eine unserer ersten Pflichten, alles zu tun, um die Bohrergebnisse der verschiedensten Gesellschaften zu sammeln und der Forschung dienstbar zu machen. Die richtige Deutung der Bohrproben ist durchaus nicht immer leicht.

---

[1] Eingehendere Untersuchungen werden von uns nur in Ölgebieten vorgenommen. Sie dürfen nicht veröffentlicht werden. Dagegen kann einmal die Verarbeitung des Gesteins oder des Fossilienmaterials von wissenschaftlichem Werte sein. Es ist klar, dass eine Handelsgesellschaft zu solchen Arbeiten keine Gelegenheit bieten kann.

Die geologische Untersuchung des östlichen Mexico war vor Beginn der mexicanischen Revolution, d. h. bis etwa zum Jahre 1912, hauptsächlich durch amerikanische Geologen in Angriff genommen worden, so vor allem durch die Geologen der Mexican Eagle Co. (Pearson's interests), der East Coast Oil Co. und der Mexican Gulf Co.

Die Revolution hat diesen Untersuchungen meist ein jähes Ende bereitet, und je länger die mexicanische Revolution andauerte, desto mehr kam von den Ergebnissen dieser Untersuchungen, hauptsächlich in wissenschaftlichen Zeitschriften der Vereinigten Staaten, an die Öffentlichkeit.

Unsere Zeilen hier dürfen in der Hauptsache nur eine Zusammenfassung und Kritik der veröffentlichten Ergebnisse und Auffassungen sein.

Stratigraphie.

Über jurassischen[1]) Fossilien und spärlich kohlenführenden, schwarzen Schiefern, Kalken und Quarziten, die im östlichen Mexico bis dahin erst NNW von Victoria gefunden worden sind (Victoria ist die Hauptstadt des Staates Tamaulipas; der Fundort liegt westlich Hidalgo am Westabhang der Sierra Ventana und westlich San Encracia am Rio San Bartolo), die jedoch auch im Staate Hidalgo in der Sierra Madre Oriental z. B. zwischen Zilacatipan und Huayacocotla, ferner am Arroyo Duraznos, einem Nebenflusse des Rio Vinasco, bekannt sind, folgt der Tamasopakalk, ein massiger, dickbankiger, gelber und grauer, meist dichter Kalk mit Rudisten. Diese fossilarme Kreidekalkmasse führt in den obersten Lagen, ähnlich dem alpinen Hochgebirgskalk, Lyditlagen und Knauer; selten ist sie in den obersten Teilen etwas sandig, und sie bildet das Skelett des Sierra Tamaulipasgebirges und der ganzen Sierra Madre Oriental von Texas bis zum Istmus von Tehuantepec und wohl noch des Gebirges südlich vom Istmus. Die Mächtigkeit dieses Kalkkomplexes wird von Chamberlain und Salisburry (Geology Vol. III. Earth History pag. 118) mit 10.000 bis 20.000 Fuss angegeben. Wir hegen von vornherein gegen solche Mächtigkeitsangaben Zweifel und suchen in einem solchen mächtigen gestörten Schichtkomplex tektonische Überlagerungen: Überschiebungen und Schuppen. E. Böse zeichnet in seinem Querprofil durch die Tamasopaschlucht den Tamasopakalk wohl richtig ± 1500 m mächtig. (Excursion du X. Congrès géologique international 1906. No. XXX, pag. 11.)

Das Alter dieses Kalkes wird von E. Böse an Hand von Fossilfunden im Micoscañon zwischen San Luis Potosi und Tampico als Cenoman oder Vraconnien, d. h. als oberer Teil der mittleren Kreide bestimmt. Der Tamasopakalk wird im weiteren für gleichaltrig gehalten wie Woodbine und Timbercreek in Texas. An der Bahnlinie von Veracruz nach Mexico City wird die Kreide von E. Böse nach den Orten Escamela, Maltrata und Necoxtla eingeteilt in Escamelakalk, Maltratakalk (unterer Teil der mittleren Kreide) und Necoxtlaschiefer (untere Kreide). Der oberste Teil des Tamasopakalkes mit den Kiesellagen fehlt hier infolge von Erosion. Nur der Escamelakalk besitzt die Rudistenfauna; er entspricht wohl dem eigentlichen Tamasopakalk. Der Tamasopakalk verleiht der Sierra Tamaulipas und der Sierra Madre Oriental den Hochgebirgscharakter; er bildet z. B. die steilen, zackigen Felswände des Gebirges um Monterrey, und seine Kalkketten werden von tiefen Querschluchten durchfurcht. Tamasopa liegt an der Bahnlinie von Tampico nach San Luis Potosi. Grade hier an dieser Bahnstrecke sind die Kalkketten streckenweise gegen Osten auf Mendezmergel überschoben. Prachtvolle Schwefel- und Süsswasserquellen entspringen den Überschiebungsflächen. Der Tamasopakalk ist der Hauptträger des Öles im östlichen Mexico.

---

[1]) Vergl. Franc L. Nason's Mitteilung in Economic Geology, August 1909, pag. 423.

Überlagert wird der Tamasopakalk durch die San Felipe- oder San Juanschichten, ein Schichtenkomplex mit wechsellagernden, dünnblätterigen Schiefern, Mergeln und Mergelkalken, der in der Sierra Tamaulipas 460 m, im Staate Nueva Leon und im nordöstlichen Teile des Staates Coahuila ca. 400 bis 500 m mächtig ist, der jedoch in den Bohrfeldern des Panucogebietes durch die Bohrungen als nur etwa 300 bis 830 Fuss dick nachgewiesen worden ist, und in den südlichen Ölfeldern stellenweise sogar ganz fehlen kann. (San Felipe liegt an der Bahn Tampico-San Luis Potosi; San Juan an der Bahn Tampico-Monterrey.) Gegen Westen, gegen die Sierra Madre Oriental hin, fehlt stellenweise der unterste Teil der San Felipe-Schichten. Diese Mergel- und Kalkbänke liegen in diesem Falle meist auch einer abgetragenen Oberfläche des Tamasopakalkes auf.¹) *Inoceramus Cripsii* Mant., ein Leitfossil der Eagleford-Schichten in Texas, scheint nicht selten zu sein in den San Felipe-Schichten des nordöstlichen Teiles des Staates Coahuila; auch Ammoniten von grossem Durchmesser sind hier gefunden worden. Doch wartet diese Fauna noch auf genauere Bestimmung. Die San Felipe-Schichten werden nach ihrer stratigraphischen Lage

---

¹) Die von E. Böse beschriebenen, fossilreichen Cardenasschichten, von Cardenas an der Bahnlinie nach San Luis Potosi, sind wohl älter oder nur in ihrem obern Teile gleich alt wie die San Felipe-Schichten. Die Cardenasschichten vertreten nach E. Böse das untere Senon.

und nach den spärlichen Fossilfunden den Eagleford-Schichten, dem Austinkalk und dem untersten Teile der Taylormarls in Texas gleichgestellt. Die San Felipe-Schichten gehen in ihrem Hangenden allmählich über in die

Mendez-Mergel oder Papagallos-Mergel,

eine ziemlich einförmige und wohl bis 1000 m mächtige Mergelgruppe mit Foraminiferen, die jedoch nur selten in ihrer vollen Mächtigkeit erhalten ist. Besonders gegen die Golfregion zu sind diese Mergel vor den tertiären Transgressionen streckenweise stark abgetragen worden. Einzelne rote Mergeleinlagerungen helfen diese graue und dunkle Mergelmasse gliedern.

In den Ölfeldern bildet diese Mergelmasse eine abschliessende dichte Decke über den ölführenden Kalken. Am Rio Grande, im Staate Coahuila und in Texas, nahe Eaglepass, wurden durch E. T. Dumble und Prof. Cummins über den eigentlichen Mendezmergeln, die dort Braunkohlen führen, noch die wenig mächtigen Escondidoschichten gefunden. Diese führen Fossilien der obersten Kreide.

Die Braunkohlen im Liegenden der Escondidoschichten werden sowohl im Sabinasbecken, wie gegenüber Eaglepass im Staate Coahuila ausgebeutet.

Die eben beschriebenen Kreideschichten sind faziell verschieden von den Kreideschichten in Texas. Ihre Fortsetzung nördlich des Rio Grande ist am Ostfluss der Rocky Mountains zu suchen. Anders verhält es sich mit den Tertiärablagerungen. Die Tertiärschichten von Texas breiten sich südlich des Rio Grande auch nach Mexico aus. Die mexicanische Küstenebene am Golf von Mexico gehört dem wenig gestörten Texas-Tertiärbecken an. Besonders die

Eocänablagerungen sind hier ausserordentlich mächtig entwickelt und bestehen aus wenig fossilführenden Tonen, Sanden und Sandsteinen mit stellenweisen Kohleneinlagerungen. Die wohl 1000 m mächtige Gesteinsfolge wird von E. T. Dumble wie folgt gegliedert:

Jacksonstufe (oberstes Eocän; fehlt wahrscheinlich in der mexicanischen Küstenebene vollständig).

Friosande	Claibornestufe, mittleres Eocän
Fayette-Sandsteine und Tone	
Yeguasande	
Marineschichten	
Carrisoschichten	

Wilcox- und Midwaystufe mit *Ostrea cortex:* unteres Eocän.

Die jüngern dieser Stufen und Unterstufen greifen oft transgredierend über die ältern weg; es sind z. T. Lagunenbildungen.

Im Gegensatz zu diesem Texaseocän erstreckt sich längs dem Ostfuss der Sierra Madre Oriental eine Flyschablagerung, Schiefer und plattige Sandsteine, „Lajas" genannt. Diese Flyschablagerung ist es wohl auch, die im südlichen Tabasco und nördlichen Chiapas zu finden ist, und die hier die nördliche Fortsetzung des zentralamerikanischen Eocäns von Guatemala darstellt.[1])

Die westlich der Ölfelder, längs dem Fuss der Sierra Madre sich ausbreitenden Chicontepec- oder Tanlajas-Schichten (so wurde diese Ablagerung hier benannt), werden auch nördlich des Panucoflusses zwischen der Sierra Madre und dem Tamaulipasgebirge gefunden. Die Tanlajas-Schichten überlagern die Mendezmergel. Diese eocäne Ablagerung ist gemeinsam mit der Kreide gefaltet.

Gerade in den Ölgebieten am Panucofluss und südlich davon ist die Gliederung und Trennung der Tertiärschichten nicht leicht, und eine Einigung der Geologen ist noch nicht zustande gekommen. Für den Schreiber dieser Zeilen und seine Mitarbeiter ist aber die über 1000 m mächtige Chicontepec-Serie von eocänem und nicht oligocänem Alter. Die Alazanmergel (Alazan ist ein Landgut in den Ölfeldern südlich des Panucoflusses) werden von uns, mit E. T. Dumble und Prof. W. F. Cummins von den Mendezmergeln abgetrennt und als eine jüngere eocäne Transgression aufgefasst. Noch ist das Verhältnis der Alazanmergel zu der Chicontepec-Serie, tektonischer Störungen wegen, nicht ganz aufgeklärt. Prof. Cummins aber hat das Verdienst, nahe Alazan, am Arroyo Buena Vista, in den Alazanschichten eine Fauna mit Schizaster gefunden zu haben, die auch zahlreiche pazifische Formen einschliesst, und die nach W. F. Cummins und E. T. Dumble dem Alter nach der Jacksonstufe in Texas gleichzustellen ist. Diese Alazanschichten wurden von uns auch im nördlichen Chiapas bei Amatan über der Flyschserie gefunden.

Der hochinteressante Fund von Prof. Cummins bringt zum ersten Mal den Beweis einer Verbindung zwischen Pazifischem und Atlantischem Ozean zur obern Eocänzeit, eine Meerverbindung, die südlich vom Ölgebiete, im Staate Vera Cruz und wohl auch südlich vom Isthmus liegen muss. Die Alazanschichten sind von uns auch im Staate Tamaulipas gefunden worden, doch steht der vollständige Verfolg der Schichten noch aus.

Die oligocänen Ablagerungen greifen in den Staaten Tamaulipas und Vera Cruz deutlich transgredierend über eine gehobene, gefaltete und abgetragene Unterlage weg. Diese wohl 1000 m mächtigen Ablagerungen bestehen aus Tonen und Sandsteinen im untern Teile, und Kalken im obern Teile. Die Gliederung dieses Oligocäns wird jetzt eben erst von E. T. Dumble, R. E. Dickersen und W. S. W. Key, an Hand von Seeigeln, vornehmlich Clypeastern, durchgeführt (Lit. No. 9). Es scheint sich vor allem um mittel- und oberoligocäne Ablagerungen zu handeln. In den Ölgebieten lässt sich feststellen, dass ein unterer, stärker gestörter Teil von oligocänen Mergeln und Sandsteinen diskordant überlagert wird von einer mehr kalkigen Gesteinsserie, die in der Basis *Orbitoides papyracea* Bon. führt. Das Oligocän ist nicht so weit gegen Westen hin verbreitet wie das Eocän. Je weiter von der Küste wir nach Westen dringen, desto weniger mächtig ist das Oligocän entwickelt. Die Papyraceaschichten liegen gegen das Landesinnere zu vielfach flach; ihre Transgression über die oligocänen Sandsteine ist hier deutlicher als an der Küste, wo die oligocänen Ablagerungen mächtiger, vollständiger und kontinuierlicher sind. In der Isthmusgegend von Tehuantepec fehlt das Oligocän vollständig.

---

[1]) Pyritfossilien, die ich während der Flussfahrt von Tapijulapa nach San Bernardo bei Poposa in Mergelschiefern sammelte, und die auch bei San Bernardo zu finden sind, deuten wahrscheinlich darauf hin, dass der untere Teil dieses Eocäns von E. Böse (Lit. No. 2) noch zur obern Kreide gehört. Diese Feststellung ist neu.

Im Gegensatz zu der Verbreitung des Oligocäns greift das Miocän dort, wo es vorhanden ist, weit gegen Westen ins Land hinein, besonders in der Gegend des Isthmus von Tehuantepec, wo das Miocän wahrscheinlich eine Ingression bildet, deren Erstreckung zum allgemeinen NW-SE-Streichen der mexicanischen Kordilleren quer läuft. Dieses miocäne Ingressionsbecken ist den nach Nordwesten vorstossenden zentralamerikanischen Gebirgsbogen nördlich vorgelagert.

Dieselbe querfaltende Bewegung, die eine Senkung der Gegend des Isthmus von Tehuantepec hervorbrachte, hob auch das Gebiet nördlich davon über Meer, derart, dass im ganzen Ölgebiet des nördlichen Vera Cruz und Tamaulipas marine miocäne Ablagerungen fehlen. Solche Ablagerungen finden sich erst wieder in Texas und Louisiana. Die fossilführende miocäne Mergel- und Tonserie des Isthmus ist wohl 2000—2500 Fuss mächtig. Gegen Chiapas und Tabasco zu wird das Miocän sandiger. Es stellt sich auch eine mächtige, fossilreiche Kalkablagerung in den obersten Teilen ein.

Das Pliocän der mexicanischen Küstenebene, der Reynosakalk (Lit. 13), ist ein fossilleerer, dichter Kalkstein mit Geröllen, möglicherweise grösstenteils eine Seenablagerung. In der Isthmusregion von Tehuantepec ist das Pliocän eine fossilreiche, glimmerhaltige Sandstein- und Sandablagerung; sie scheint den Quersynklinalgebieten zu folgen und überlagert das Miocän diskordant.

Terrassen- und Schotterbildungen zeichnen die Diluvialperiode aus. Mamutknochen und -Zähne wurden bei Tepetate im Staate Vera Cruz und von einem Schweizer, namens Luis Henggeler, bei San José de las Rusias im Staate Tamaulipas gefunden.

In den Terassenschottern treten die Gerölle vulkanischer Gesteine in den Vordergrund des Interesses. Es lassen sich in der Intrusionsfolge ältere, mehr saurere Gesteinsarten, so z. B. Nephelinsyenite, unterscheiden, die nach oder bei der Auffaltung, z. B. der Sierra Tamaulipas, am Ende der Eocänzeit in die Kreidegesteine eingedrungen sind. Das Oligocän jedoch ist hauptsächlich von gabbroiden und basaltischen Gesteinsarten durchbrochen. Grosse basaltische Lavafelder sind in Form von „Mesas“ erhalten; junge Explosivkegel und „dykes“ zeichnen uns die Richtung von Verwerfungen.

Die Sierra San Martin südlich Vera Cruz, die Sierra Tantima oder Otontepec im Staate Veracruz, und die vulkanischen, basischen, jungen Kegel bei Aldama im Staate Tamaulipas sind die drei grössten, jungen, vulkanischen Gebilde und Zentren im östlichen Mexico.

Tektonik.

Das östliche Mexico wird von einem gefalteten Gebirgsrücken, dem Tamaulipasgebirge, durchzogen. Diese Sierra Tamaulipas, in ihren nördlichen Teilen Sierra San Carlos, Sierra Papagallos und Sierra Lampazos genannt, trennt sich etwa bei Lampazos als selbständige Gebirgskette von der eigentlichen Sierra Madre Oriental ab, um gegen Südosten zu sich immer weiter von der eigentlichen Sierra Madre zu entfernen. Sie liegt der Sierra Madre gegen Osten vor, etwa wie der Jura vor den Alpen.

Die erste Andeutung dieser Erhebung fällt in die obere Kreidezeit, als die obercretazischen Braunkohlen im Staate Coahuila abgelagert wurden. Die sedimentäre Gliederung der Sierra Tamaulipas und ihre Faltung ist durchaus gleichartig wie Schichtfolge und Faltung der Sierra Madre Oriental. Wurde aber die Sierra Madre Oriental in der spätern Eocänzeit in zahlreiche, meist nach Osten überliegende Falten, Synklinalen und Schuppen gepresst, so zeigt die Sierra Tamaulipas nur einen breiten Antiklinalrücken mit Teilfalten und Brüchen. Im Querschnitt durch die Sierra Madre, längs der Bahnlinie von Monterrey nach Saltillo, lassen sich etwa 10 bis 12 Antiklinalen und Schuppen im Kreidekalk unterscheiden, auf eine Querschnittsbreite von etwa 40 km. Die Sierra Madre Oriental zusammen mit der Sierra Tamaulipas, bilden die südliche Verlängerung der Rockymountains.

Die Sierra Tamaulipas verschwindet als Gebirge nördlich des Panucoflusses. Die Falten der Sierra Madre Oriental verschwinden von Lampazos an gegen Süden, Falte für Falte; die gebirgseinwärts liegende Falte übernimmt nach Süden zu jeweilen die Rolle der Randfalte. Gegen den Isthmus vonTehuantepec zu verschwindet das Gebirge fast vollständig.

Unsere beiden obengenannten Kreideketten sind es aber wahrscheinlich, welche in später veränderter Form südlich des Isthmus von Tehuantepec, im nördlichen Chiapas, am obern Usunacinto und an den Oberlaufen der Grijalva als Kreideketten und Massive wieder auftauchen (siehe Lit. No. 2). Die ursprüngliche Anordnung dieser Gebirge hier war wohl vor dem Vordringen und dem Auffalten der zentralamerikanischen Faltenbogen eine durchaus ähnliche, wie nördlich des Isthmus von Tehuantepec. Bei der Auffaltung der zentralamerikanischen Faltenbogen jedoch überprägt diese jüngere Faltung die ältere. Die Auswirkung der jungen, zentralamerikanischen Faltung bleibt jedoch nicht beim Istmus von Tehuantepec stehen, sondern dringt weiter gegen Norden vor. Sie erzeugt jene erst schwierig verständlichen Torsionen, Querhebungen und Quersynklinalen der ältern Kreideketten des Tamaulipasgebirges und der Sierra Madre, und sie erzeugt jene gewaltigen Bruchlinien und Bruchsysteme, die noch die oligocäne Schichtfolge durchsetzen. Mit der Entstehung dieser Torsionen und Querstörungen fällt die junge, vulkanische Tätigkeit im östlichen Mexico zeitlich zusammen.

Literatur.

1. Aguilera, Les volcans du Mexique. Compte-rendu du Congrès Géologique International. Mexico 1906.
2. E. Böse, Reseña acerca de la geologia de Chiapas y Tabasco. Boletin del Instituto geológico de Mexico. No. 20. 1905.
3. — Guide des excursions du 10 Congrès Géologique International. L'Isthme de Tehuantepec. 1906.
4. — Orizaba and Santa Maria Tatetla. 1906.
5. — Neuere Beiträge zur Mexikanischen Kreide. 1910.
6. E. de Golyer, Oil in Tampico-Tuxpamregion. Economic Geology, Vol. X. No. 7. November-Dezember 1915.
7. — The Furbero Oilfield, Mexico, Bulletin of the American Institute of Mining Engineers. September 1915.
8. — The Significance of certain Mexican Oilfield Temperatures. Economic Geology. June 1918. Vol. XIII. No. 4.
9. R. E. Dickerson and W. S. W. Kew, The Fauna of a Medial Tertiary formation and the associated horizons of northeastern Mexico. Proceedings of the California Academy of Science, 4th series, Vol. 7 No. 5. July 1917.
10. E. T. Dumble, The occurence of Petroleum in eastern Mexico as contrasted with those in Texas and Louisiana. American Institute of mining Engineers. Bulletin No. 104. August 1915.

11. E. T. **Dumble**, Some events in the Eocene History of the present coastal area of the Gulf of Mexico in Texas and Mexico. The Journal of Geology, Vol. No. 6. Sept.-Oct. 1915.
12. — Problems of the Texas Tertiary sands. Bulletin of the Geol. Soc. America, Vol. 26. December 4, 1915.
13. — Tertiary deposits of Northeastern Mexico. Proceedings of the California Academy of Sciences. December 31, 1915.
14. V. R. **Garfias**, The Oilregion of Northeastern Mexico. Economic Geology, Vol. X. No. 3. April-May 1915 (with bibliography).
15. — Effect of Igneous intrusions on the accumulation of oil in northeastern Mexico. Journal of Geology, Vol. 30. pag. 666.
16. B. **Hartley**, The Petroleum geology of the Isthmus of Tehuantepec. Economic Geology, Vol. XII. No. 7. October-November 1917.
17. L. G. **Huntley**, The Mexican Oilfields. Transactions of the American Institute of Mining Engineers. Sept. 1915 (with maps and sections).
18. E. **Ordoñez**, The Oilfields of Mexico. Bull. A. I. M. E. Okl. 1914.
19. J. D. **Villarello**, Algunas Regiones Petroliferas de México. Boletin del Instituto Geológico de México, No. 26. 1908.

Geologische Untersuchungen in Mittelbünden.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von

J. Cadisch, W. Leupold, H. Eugster und R. Brauchli.

(Geolog. Institut der Universität Bern).

Hiezu eine tektonische Karte (Taf. VIII) und Profile (Taf. IX).

(Als Manuskript eingegangen am 15. Dezember 1918.)

Einleitung.

Als uns Prof. P. Arbenz im Sommer 1915 auf einer ersten rekognoszierenden Exkursion durch Mittelbünden führte, hatten wir die grosse Freude, Herrn Prof. A. Heim mit uns ziehen zu sehen durch jene Gebirgswinkel voller geologischer Rätsel. Nun es uns vergönnt war, an dem lockeren Gewebe von Leitlinien, welches jene Exkursion vor uns entstehen liess, in mehrjähriger Detailarbeit weiter zu wirken und die Probleme dieser Gebirge ihrer Lösung näher zu führen, drängt es uns, unserem Meister die ersten Resultate einer Arbeit zu widmen, deren Anfängen er Gevatter gestanden und zu deren Fortführung er uns seinerzeit angesichts der Dolomithäupter von Arosa mit unvergesslichen Worten angespornt hat.

Das Gebiet, dessen Detailuntersuchung und Kartierung wir uns, teilweise als Grundlage unserer Dissertationen, zum Ziel gesetzt haben, umfasst den ganzen Gebirgsstock zwischen Lenzerheide, Albula, Landwasser, Landquart und Plessur. Es verteilt sich folgendermassen auf die vier Autoren. Im Jahre 1916 begann J. Cadisch (J. C.) mit der Bearbeitung der tiefern unterostalpinen Decken des Gebietes, ausgehend zuerst vom Gebirgsknoten der Weissfluh und Casanna. Im selben Jahre begann auch W. Leupold (W. L.) das Studium der höheren unterostalpinen und der oberostalpinen Deckengebiete der anschliessenden Gebirgskette zwischen Plessur und Landwasser, Schiahorn und Sandhubel. Sein Nachbar im Westen wurde im nächsten Jahre R. Brauchli (R. B.), der die Untersuchung der Südwestecke zwischen Albula, Lenzerheide und Arosa in Angriff nahm. Gleichzeitig schloss sich gegen Osten H. Eugster (H. E.) an als Bearbeiter des Hochducan- und Muchettagebirges zwischen Albula, Landwasser, Sertigtal und Val Tisch.

Inhaltsübersicht.

Seite
I. Regionaltektonische Übersicht (J. C. u. W. L.) 360
II. Stratigraphie: 363
1. Die Schieferunterlage zwischen Klosters und Langwies (J. C.) . . 363
2. Die Falknis-Sulzfluhdecke (J. C.) 364
a) Die Falknisteildecke im Weissfluhgebiet 365
b) Die Sulzfluhteildecke zwischen Klosters und Litzirüti bei Arosa . . 367
3. Die Aroser Schuppenzone (J. C. u. R. B.) 369
4. Die Decke der Aroser Dolomiten (W. L. u. R. B.) 373
5. Die Silvrettadecke (H. E. u. W. L.). 375
6. Der Sedimentmantel des Rothornmassivs (R. B. u. W. L.) . . . 386

III. Tektonik:

A. Zur Tektonik der tieferen unterostalpinen Decken im Prätigau und Schanfigg mit besonderer Berücksichtigung der Weissfluhgruppe . . 389
1. Der östliche Rhätikon (J. C.) 389
2. Die Weissfluhgruppe und der NW-Teil des Plessurgebirges Arosa-Gürgaletsch (J. C. u. R. B.) 390
3. Die tieferen unterostalpinen Decken des Plessurgebirges im Unterengadiner Fenster (J. C.). 393
4. Versuch einer Parallelisation der tieferen unterostalpinen Decken des Plessurgebirges mit südbündnerischen und westschweizerischen Einheiten (J. C.) 394
B. Zur Tektonik der höheren unterostalpinen Decken und der Silvrettadecke im Plessur- und Albulagebirge! 398
5. Das Rothornmassiv und sein Sedimentmantel (R. B. u. W. L.) . 398
6. Die Decke der Aroser Dolomiten (W. L. u. R. B.). 401
7. Die Silvrettadecke: 405
a) Das Gebirge nordöstlich der Albula (Val Tisch, Val Tuors, Hochducan (H. E.) 406
b) Das untere Landwassertal (W. L. u. H. E.). 410
c) Die Guggernell-Lenzerhornkette (R. B.) 413
d) Zur Mechanik der Silvrettadecke (H. E. u. W. L.) 415

I. Regionaltektonische Übersicht.

Als gewaltiger Eckpfeiler des helvetischen Deckengebäudes erhebt sich auf der linken Rheintalseite jenseits der Stadt Chur der Calanda mit seinen hellgrauen Malmplatten. Nach Süden und Osten fallen die Felsarten des Gebirgsstockes steil unter die penninischen Bündnerschiefermassen ein, deren weichgeformtes Alpen- und Weidengelände mit den wilden und ruinenhaft zerrissenen Schieferköpfen und den tief eingefressenen Schluchten und Tobeln in merkwürdigem Widerspruch steht. Wie ein schützender Mantel sind diesem Flyschland wiederum die ostalpinen Schubmassen aufgelagert. Der bogenförmige Verlauf des ostalpinen Rahmens um das Prätigauer- und Schanfigger Halbfenster entspricht dem im Halbkreis umbiegenden Streichen in der Hülle des ostwärts in die Tiefe sinkenden Aarmassives. Im westlichen Rhätikon sind es die an helvetische Bergformen erinnernden Falknisspitzen, weiter östlich die Dolomiten der

Scesaplana, dann die bläulichweissen, leuchtenden Mauern und Türme der Kirchlispitzen, der Drusen- und Sulzfluh, die wie Kronen ihrer Schieferunterlage aufgesetzt sind. Beinahe regelmässig löst längs dem Nordrande des Halbfensters eine Decke die andere als gebirgsbildendes Element ab, entsprechend wiederholt sich dieselbe Erscheinung längs dem Südrande des Halbfensters im Schanfigg.

In den letzten beiden Jahrzehnten waren es besondere tektonische Fragen, mit denen sich die Erforscher unseres Berglandes befassten. Den Gebirgsbau des Rhätikons behandelten in ihren Spezialarbeiten zuletzt Seidlitz und Trümpy. Ihre Abhandlungen dienten der Bearbeitung des Weissfluhgebietes als Grundlage. R. Staub unternahm es 1916 und 1917 auch die Decken Nordbündens in das alpine Deckensystem einzureihen. Nach diesem Autor bezeichnen wir sämtliche zwischen die penninischen Schiefer und das (oberostalpine) Silvrettakristallin eingelagerten Schubmassen als unterostalpin.

Trümpy unterschied im westlichen Rhätikon von unten nach oben folgende tektonische Einheiten:

1. Die Prätigauschiefer. 2. Die Falknisdecke. 3. Die Sulzfluhdecke. 4. Die rhätische Decke. 5. Die Breccien des Bettlerjoches („Reste der unterostalpinen Decke“ im älteren Sinne). 6. Die ostalpine Decke (Silvrettadecke), die wir nun als oberostalpin bezeichnen. 4 und 5 kommen im Rhätikon nur in Quetschzonen vor.

Seidlitz gliederte im östlichen Rhätikon die Decken wie folgt:

1. Zone der Bündnerschiefer (= Glarnerdecke?). 2. Zone der Sulzfluhkalke = Klippendecke; a) Zone der Falknisbreccie, b) Zone des Sulzfluhkalkes. 3. Zone der Liasbreccien = Brecciendecke. 4. Zone der ophiolithischen Eruptiva = rhätische Decke. 5. Zone der ostalpinen Trias.

1912 bestritt Zyndel die Überlagerung der Seidlitzschen Brecciendecke durch die rhätische Decke, da er, offenbar auf Grund von Beobachtungen im Oberhalbstein und im Gebiete von Arosa, die Brecciengesteine für unterostalpin, die rhätischen für penninisch hielt.

Im Weissfluhgebiet liessen sich sowohl die Schieferserien des westlichen Rhätikons (Trümpy), als auch Falknis- und Sulzfluhdecke nachweisen. Die Seidlitzsche Zweiteilung der höheren unterostalpinen Schubmassen des östlichen Rhätikons erwies sich als unrichtig, beide Komplexe gehören, wie es sich herausstellte, einer und derselben Serie an. Radiolarit und Aptychenkalk („rhätische Decke“) finden sich oft als normales Hangendes der Liasbreccie und des Hauptdolomits der „Brecciendecke“, mit welchen Gesteinen vergesellschaftet sich im ganzen Fenstergebiet auch zugehöriger Buntsandstein, Verrucano sowie

Kristallin (nach Seidlitz nur (ober-)ostalpin), am Aufbau des Gebirges beteiligen. Wir bezeichnen diesen vereinigten unterostalpinen Deckenkomplex, der als Ganzes wieder in zahlreiche Schuppen zerfällt, nach dem Orte seiner mächtigsten Verbreitung als Aroser Schuppenzone. Sie umfasst sowohl die „rhätische" und „Brecciendecke" der „Aroser Aufbruchzone" Hoeks samt dessen „Parpaner Zwischenstück", als auch die „rhätische" und „Brecciendecke" Trümpys, Seidlitz' und Zyndels, somit alles, was im Rhätikon zwischen Sulzfluhdecke und den oberostalpinen Schuppen, im Plessurgebirge zwischen der Sulzfluhdecke und dem Rothornmassiv liegt. (J. C.).

Die nächsthöhere tektonische Einheit bildet demnach im Plessurgebirge das Massiv der beiden Rothörner und der ihm zugehörige Mantel von Triasschuppen. Es stellt einen tektonischen Fremdkörper dar, dessen Einordnung ziemlich schwierig ist; wie das in identischer tektonischer Stellung weiter östlich die Aroser Schuppenzone bedeckende Kristallin Mädrigen-Davos-Dorf, ist es ein eingewickelter Teil der Silvrettadecke.

Zwischen der Oberfläche des Rothornmassivs, resp. des Mädriger Kristallins im Norden und dem Gneis-Porphyr-Verrucanozug Frauenkirch-Kummerhubel-Sandhubel-Piz Musch im Süden liegt der Sedimentzug der „Aroser Dolomiten". Wir verstehen darunter die mächtigen Dolomithäupter, welche in grossartiger Reihe das Talbecken der oberen Plessur im Süden und Osten umschliessen und durch ihren auffälligen Gegensatz zu den weichen Formen ihrer Unterlage den besondern Reiz der Landschaft von Arosa ausmachen: Aroser Rothorn, Erzhorn, Leidfluh, Schiesshorn, Furkahorn, Thiejerfluh, Mädrigerfluh, Küpfenfluh und schliesslich das Schiahorn. Alle diese Berge wurden früher von Hoek (1906), Zyndel (1912) und Spitz (1913) der Silvrettadecke zugerechnet. Nach unseren Beobachtungen gehören sie, wenn auch die südlichsten nur mit ihren Gipfelpartien, einer besonderen tektonischen Einheit an, welche wir als „Decke der Aroser Dolomiten" bezeichnen und, wie später dargelegt wird, als Äquivalent der Aeladecke bezw. der Unterengadiner Dolomiten betrachten müssen. Bisher wurde mit Zyndel das Parpaner Weisshorn als nördliche Fortsetzung dieser unterostalpinen Decken angesehen, dessen Hangendes ohne weiteres zur Silvrettadecke gestellt. Wir sehen aber die wahre Überschiebungsfläche dieser letzteren — abgesehen vom Rothornkristallinen — erst in der Unterfläche des erwähnten Zuges alter Gesteine Frauenkirch — Sandhubel — Piz Musch.

Am Lenzerhorngipfel schaltet sich an dieser Fläche ein weiteres tektonisches Element ein, die verkehrte Lenzerhorngipfelschuppe. Sie gehört noch zur Silvrettadecke und stellt mit der verkehrten Serie in der Val Tisch bei Bergün einen Rest ihres Mittelschenkels dar. Sie kann nicht direkt mit der „Suraver Zwischendecke“ (Zyndel) identifiziert werden.

Mit dem Kristallin-Permzug Frauenkirch—Piz Musch beginnt der normale Schenkel der Silvrettadecke. (W. L.)

Wir unterscheiden demnach von oben nach unten folgende tektonische Elemente:

6. Silvrettadecke: normaler Schenkel: Zug Frauenkirch — Sandhubel — Piz Musch und Hangendes.
   verkehrter Schenkel: Lenzerhorngipfelschuppe, Val Tisch.

5a. (Suraver Zwischendecke).

5. Decke der Aroser Dolomiten—Aeladecke.

4. Rothornmassiv und Kristallin Mädrigen — Davos-Dorf.

3. Aroser Schuppenzone.

2. Falknis-Sulzfluhdecke { b) Sulzfluhteildecke.
   a) Falknisteildecke.

1. Basale Bündnerschieferdecken.

II. Stratigraphie.

1. Die Schieferunterlage zwischen Klosters und Langwies.

(J. C.)

Die erste brauchbare Gliederung dieses so monotonen Komplexes stammt von Trümpy. Dieser Autor nimmt zwar an, dass in der mächtigen Flyschmasse des Prätigaus Sedimente von mittel- und oberjurassischem, sowie kretazischem Alter nicht ausgebildet seien, konnte aber in besagtem Gebiet der starken dynamometamorphen Umwandlung wegen keine scharfe Grenze zwischen dem tertiären Prätigauflysch und den älteren liegenden Schiefern feststellen.

Die von Trümpy den basalen Schiefermassen zugerechneten stark phyllitischen Gesteine sind erst im unteren Schanfigg anzutreffen. Auf einer Wanderung von Langwies nach Chur finden wir schon im Glasaurertobel bei Pagig ausgewalzte dunkelgraue bis schwarze Sandkalke mit glänzenden Tonhäuten, erst im Castielertobel aber glimmerführende Kieselkalk- und Sandkalkschiefer vom phyllitischen Habitus der älteren Bündnerschiefer.

Die tiefste Serie des Tertiärflyschs, die Gandawaldschichten sind im Fondei und Sapün als Sand- und Kieselkalke mit Tonschieferzwischenlagen entwickelt; aus ihnen besteht die Basis des Stellikopfs wie auch diejenige des Mattlishorns. Am Kistensteingipfel lässt sich nach oben ein allmählicher Übergang derselben in den Ruchbergsandstein durch Wechsellagerung von Quarziten, Sandkalken und

Sandsteinen feststellen. Für diese Grenzzone ist das Vorkommen von Glaukonitquarziten und Kieselkalken charakteristisch; solche fanden sich u. a. am Kistenstein, im Drostobel, am Casannapassweg, sowie an der Bahnlinie westlich Cavadürli bei Klosters. Am letzteren Orte zeigt der Kieselkalk Übergänge in eine ebenfalls glaukonitführende, feine Breccie. Diese Gesteine sind vom Falknisgault oft kaum zu unterscheiden.

Das typische Ruchberggestein, wie es am Kistenstein vorkommt, ist ein dickbankiger Sandstein, oft ein Arkosesandstein, der da und dort in eine feine Breccie übergeht. Fossilien: Ein zweifelhafter Nummulit und *Lithothamnien.*

Die Aebigratschichten sind im oberen Schanfigg als graublaue, fein sandige Kalke von hellgrauer oder gelblicher Anwitterung und als dunkelgraue bis schwarze glimmerführende tonige Kalkschiefer entwickelt. Der Kalk ist bald plattig, bald bildet er über meterdicke Bänke. Helminthoiden und Fucoiden sind in dieser Serie auffällig reichlich zu finden.

Am Stelli bei Langwies fehlen im Liegenden der Aebigratgesteine die Ruchbergschichten scheinbar vollständig. Die Gandawaldserie geht in dieser Gegend durch hundertfach sich wiederholende Wechsellagerung von Quarziten, Sandsteinen, Sandkalken und Tonschiefern nach oben hin in die Aebigratserie über.

Zu den Ganeyschichten Trümpys liesse sich allenfalls eine polygene Breccie rechnen, die Falknis- und auch Aroserzonengesteine (Radiolarit) als Komponenten führt. Sie findet sich am Seehorn im Fondei.

Mächtigkeiten der verschiedenen Serien:
Gandawaldserie: über 500 m.
Ruchbergserie (Kistenstein): 110 m.
Aebigratschichten: zirka 100 m.
Ganeyschichten?: einige Meter.

2. Die Falknis-Sulzfluhdecke.

(J. C.)

Seidlitz war sich noch nicht im klaren darüber, ob Falknis- und Sulzfluhgesteine zweierlei tektonischen Einheiten zuzuweisen seien oder ob man es nur mit Faziesgebieten einer und derselben Decke zu tun habe. Trümpy wies dann die Selbständigkeit der beiden Komplexe im westlichen Rhätikon nach. Auf Grund von noch zu besprechenden Beobachtungen im Unterengadiner Fenster sowie der durch das Auffinden einer vollständigen Kreideserie der Sulzfluhzone noch grösser gewordenen Übereinstimmung wegen sehen wir uns veranlasst, Sulzfluh- und Falknisdecke als Teilelemente einer grossen Schubdecke aufzufassen.

a) Die Falknisteildecke im Weissfluhgebiet.

Hier sei nur der Übersicht halber eine kurze Beschreibung dieser Serie gegeben und dabei auf Abweichungen von den Verhältnissen im westlichen Rhätikon, die Trümpy beschrieben hat, verwiesen.

Triasische Gesteine fehlen zwischen Klosters und Langwies vollständig. Eisen-, Mangan- und bleischüssige braune Sandsteine und glimmerreiche Schiefer, identisch mit den von Trümpy als Lias beschriebenen Gesteinen, möchte ich ihrer grossen Ähnlichkeit mit helvetischen Eisensandsteinen wegen lieber dem Dogger zuweisen. Die Altersbestimmung auf Grund des Fundes einer Liasterebratel, die leider wieder verloren ging, sowie eines Abdruckes von *Ammonites radians* (aus dem Schutt) scheint mir zu wenig sicher. Falknisdogger steht vom Seehorn am Durannapass weg bis gegen das Stelli hin an der Basis der Serie an, überall von Aebigratschichten unterlagert. Mächtigkeit des Horizontes 10 m (maximal). Wie am Falknis, so ist das Oxford auch im Fondei als schwarzer und grüner Mergelschiefer ausgebildet. Unten in der Stelliwand setzen in den grünen Schiefern Breccienlager auf. Als hauptsächlichste Komponenten dieser Trümmergesteine seien genannt: Quarz, Feldspäte, Dolomit etc.

An scharfer Trennungsfläche liegen dem Oxford im Fondei die Felsmassen des mittleren und oberen weissen Juras, als unterster Horizont fast allerorts eine ungefähr 10 m mächtige Bank von Falknis-„Konglomerat" auf, die nur am Schafturm und am Seehorn hinten im Tale gedoppelt auftritt. An der Basis dieser Bank liegt meist ein Konglomerat vor; die Komponenten sind oft vollkommen gerundet. Nach oben zu werden die Klastika eckiger, sodass dann von Falknisbreccie gesprochen werden muss. Als häufigstes Geröll tritt auch hier der grüne Falknisgranit auf; Blöcke von Kubikmetergrösse sind keine Seltenheit. Das Gestein ist von gewissen Varietäten des Albula- und Errgranits kaum zu unterscheiden, von Tasnagranit erst recht nicht. Quarzporphyre, basischere Eruptivgesteine und Paragneise sind ebenfalls recht häufig. Der Zement ist bald ein Sandstein von derselben Zusammensetzung wie die Breccie, bald ein Riesenoolith mit Ooiden bis zu 4 mm Durchmesser, in vielen Fällen auch ein Kalk, der mit dem Malmkalk im Hangenden identisch ist. Dieser letztere ist meist dicht (sandigere Lagen kommen auch vor), auf dem muschligen Bruch von dunkelgrauer Farbe und heller, grau bis gelb-

Sandsteinen feststellen. Für diese Grenzzone ist das Vorkommen von Glaukonitquarziten und Kieselkalken charakteristisch; solche fanden sich u. a. am Kistenstein, im Drostobel, am Casannapassweg, sowie an der Bahnlinie westlich Cavadürli bei Klosters. Am letzteren Orte zeigt der Kieselkalk Übergänge in eine ebenfalls glaukonitführende, feine Breccie. Diese Gesteine sind vom Falknisgault oft kaum zu unterscheiden.

Das typische Ruchberggestein, wie es am Kistenstein vorkommt, ist ein dickbankiger Sandstein, oft ein Arkosesandstein, der da und dort in eine feine Breccie übergeht. Fossilien: Ein zweifelhafter Nummulit und *Lithothamnien.*

Die Aebigratschichten sind im oberen Schanfigg als graublaue, fein sandige Kalke von hellgrauer oder gelblicher Anwitterung und als dunkelgraue bis schwarze glimmerführende tonige Kalkschiefer entwickelt. Der Kalk ist bald plattig, bald bildet er über meterdicke Bänke. Helminthoiden und Fucoiden sind in dieser Serie auffällig reichlich zu finden.

Am Stelli bei Langwies fehlen im Liegenden der Aebigratgesteine die Ruchbergschichten scheinbar vollständig. Die Gandawaldserie geht in dieser Gegend durch hundertfach sich wiederholende Wechsellagerung von Quarziten, Sandsteinen, Sandkalken und Tonschiefern nach oben hin in die Aebigratserie über.

Zu den Ganeyschichten Trümpys liesse sich allenfalls eine polygene Breccie rechnen, die Falknis- und auch Aroserzonengesteine (Radiolarit) als Komponenten führt. Sie findet sich am Seehorn im Fondei.

Mächtigkeiten der verschiedenen Serien:
Gandawaldserie: über 500 m.
Ruchbergserie (Kistenstein): 110 m.
Aebigratschichten: zirka 100 m.
Ganeyschichten?: einige Meter.

2. Die Falknis-Sulzfluhdecke.

(J. C.)

Seidlitz war sich noch nicht im klaren darüber, ob Falknis- und Sulzfluhgesteine zweierlei tektonischen Einheiten zuzuweisen seien oder ob man es nur mit Faziesgebieten einer und derselben Decke zu tun habe. Trümpy wies dann die Selbständigkeit der beiden Komplexe im westlichen Rhätikon nach. Auf Grund von noch zu besprechenden Beobachtungen im Unterengadiner Fenster sowie der durch das Auffinden einer vollständigen Kreideserie der Sulzfluhzone rouges. Darüber finden sich glimmerreiche schiefrige Sandkalke von nur 50 cm Mächtigkeit: Ein Restchen von Tertiärflysch. Dieselben Sandkalke bauen zusammen mit Sandsteinen und Tonschiefern die Stelligipfelkuppe auf, eine Mächtigkeit von ungefähr 10 m erreichend. Direkt unter dem Signal steht in einer ungefähr 1 $^1/_2$ m starken Bank eine polygene Breccie an, in der hauptsächlich Falknisgesteine verarbeitet sind. Wie im Senonschiefer fehlen auch in diesem Flysch Fossilien gänzlich.

b) Die Sulzfluhteildecke zwischen Klosters und Litzirüti bei Arosa.

Grüner Sulzfluhgranit kommt sowohl an der Zähnjefluh bei Sapün als auch in abgerutschten, aber teilweise im Zusammenhang gebliebenen Felsmassen N der Weissfluh im Fondei vor, an beiden Orten zwischen Lagen von Couches rouges eingeklemmt, an der Zähnjefluh sogar in Block- und Linsenform denselben eingelagert. Dass es sich nicht bloss um exotische Blöcke handelt, beweist das Vorkommen von grünem Granit in einem über 10 m mächtigen Felsband südöstlich des Zähnjefluhgipfels. Triasdolomit zitiert Trümpy von Klosters-Dörfli, sowie vom Parpaner Schwarzhorn. Das Gestein vom Schliffitschuggen bei Klosters unterscheidet sich vom Sulzfluhkalk im Hangenden durch seine hellere grauweisse Farbe. Es braust mit HCl ziemlich stark, ist also eher ein Kalk als ein Dolomit. Den Dolomit der Furka am Parpaner Schwarzhorn möchte ich als der Aroserzone zugehörigen Hauptdolomit auffassen; der grüne Gneis sowie der Kalk (Lias nicht Tithon) mit denen er vergesellschaftet ist, wären natürlich auch dieser Serie zuzurechnen. Zwischen Klosters und Langwies fehlt jede Spur triasischen Sulzfluhdolomites.

Lias in Steinsbergerfazies: Unweit des Weilers Sonnenrüti bei Langwies stürzt das Wasser des Bühlenbaches über eine hohe, zum Teil schluchtartige ausgefressene Felswand zu Tal. Die Basis dieser Fluh besteht aus einer feinen polygenen Breccie mit Dolomit und Trümmern kristalliner Gesteine als hauptsächlichen Komponenten. Nach oben geht dieses Gestein in einen oolithischen, reichlich Bryozoen führenden Spatkalk über, der dunkelgrau bis braun, oft auch durch Eisenoxydhydrat rot oder grün gefärbt ist. Die polygene Breccie mit der ähnlichen Felsart an der Ardezer „Bahnhofstrasse" ohne weiteres zu vergleichen, geht wohl nicht an, da polymikte Psephite von ganz ähnlicher Zusammensetzung oft verschiedenaltrig sind. Es ist aber auch der Spatkalk von dem entsprechenden Gestein am Aufgang zum Schloss Steinsberg kaum zu unterscheiden, sodass wohl von

Steinsberger Fazies gesprochen werden darf. Bei Sonnenrüti geht die Felsart nach oben hin in einen bläulichen Stinkkalk und dann sofort in normalen Pretschkalk über, aus dem die hell leuchtende Wand sich aufbaut, welche sich von Sapün bis Litzirüti und von hier bis gegen die Alp Wolfsboden durch die Wälder verfolgen lässt. Durch das Auffinden mehrerer weiterer Vorkommnisse von tektonisch gleicher Lagerung im Weissfluhgebiet (Zähnjefluh, Drostobel, Mariastein bei Selfranga), sowie auf Grund der grossen faziellen Übereinstimmung konnte der Beweis völliger Identität von Pretsch- und Sulzfluhkalk erbracht werden. Die im Sulzfluhkalk des Rhätikons gefundenen Fossilien stammen nach Seidlitz aus dunkleren, oolithischen, wahrscheinlich tieferen Partien des Gesteins. Die Fauna entspricht nach obgenanntem Autor derjenigen des unteren Tithons von Innwald.

An der Zähnjefluh wird der Riffkalk in der zweithöchsten Schuppe der Sulzfluhdecke von enorm ausgewalzten und zerruschelten, braunen und schwarzen Sandsteinen und Schiefern unterteuft, die ich ihrer Ähnlichkeit mit Falknisdogger wegen als Sulzfluhdogger betrachten möchte. Mit noch geringerer Sicherheit kann das Alter der von Trümpy erwähnten gelben Sandkalke und schwarzen Tonschiefer vom Schliffitschuggen oberhalb Klosters-Dörfli, die auf meine Vermutung hin (1917) von R. Staub als liasisch angegeben wurden, bestimmt werden. Bei einem zweiten Besuch der Lokalität (1918) wurde das Auftreten von grauschwarzem Kieselkalk in den schwarzen Schiefern festgestellt, der am ehesten mit Sulzfluhneokom von der Zähnjefluh verglichen werden könnte. Da der Lias von Sonnenrüti in Sulzfluhkalk übergeht, muss im Pretschgebiet der Dogger in Riffkalkfazies ausgebildet sein.

Die Sulzfluhdecke besitzt eine vollständige Kreideserie, die faziell mit der Falkniskreide völlig übereinstimmt. Sämtliche Horizonte derselben konnten über dem Sulzfluhtithon wieder gefunden werden. Bis dahin kannte man nur Couches rouges der Sulzfluhdecke; untere und mittlere Kreide derselben stehen an der Zähnjefluh und am Madrisjoch an, Gault allein S des Mariasteins bei Klosters-Platz. An der Zähnjefluh beträgt die Mächtigkeit der ganzen Kreideserie zirka 20 m.

Dem Falknisneokom entsprechen plattige, feinsandige Kalke, Kieselkalke und Sandsteine. Die Tristelschichten sind an der Zähnjefluh wie am Stelli als Breccien ausgebildet. Am leichtesten kenntlich von allen Gesteinen ist der Gault, vertreten durch glaukonitführende Breccien und ebensolche Sandsteine und Quarzite. Schon längst bekannt und schon von Mojsisovicz richtig gedeutet sind die Sulzfluh-Couches rouges. Sie unterscheiden sich nicht von den gleichnamigen Schichten der Falknisserie, es sind helle Flaserkalke, deren Plattigkeit durch extreme mechanische Beanspruchung merkwürdigerweise wieder verloren geht, so dass sie oft massigen Charakter zeigen. Tiefrote Couches rouges stehen hoch oben im Wald zwischen Langwies und Sonnenrüti an; sie sind auch hier von Foraminiferen gänzlich erfüllt.

Tertiärflysch fehlt der Sulzfluhserie im Weissfluhgebiet völlig.

3. Die Aroser Schuppenzone.

(Casanna, Weissfluh, Aroser Weisshorn, Parpaner Schwarzhorn, Parpaner Weisshorn).

Zeigen Falknis- und Sulzfluhschichtreihe sowohl helvetische als penninische Anklänge, so führt diese nächsthöhere Serie schon zu rein ostalpiner Fazies über. Die Ausbildung der Aroser Schuppenzone in dem Umfange, wie wir sie jetzt definieren, ist keineswegs einheitlich, doch lässt sich vorläufig mit faziellen Argumenten keine Unterteilung begründen. Wie in den tieferen Einheiten, so finden wir auch hier kaum einen Horizont, der nicht in Breccien- oder Sandsteinfazies ausgebildet sein kann; das Gewoge der Geantiklinalen und Geosynklinalen scheint demnach ein dauerndes gewesen zu sein.

a) Schichtreihe mit nicht brecciösem Mesozoikum.

1. Kristallin. Im Weissfluhgebiet ist dasselbe hauptsächlich durch Casanaschiefer vertreten, die sich von den durch R. Staub aus dem Berninagebiet beschriebenen Gesteinen oft kaum unterscheiden. Glimmerschiefer und Konglomeratgneise sind die häufigsten Vertreter dieser Serie; an der Cotschna finden sich denselben paläozoische Marmore eingelagert. Paragneise sowohl als auch Marmore sind vielerorts von einem granitischen Magma injiziert, unzählige Granat- und Turmalin führende Pegmatitgänge durchsetzen dieselben, sie zu Hornfelsen, Injektionsgneisen etc. umwandelnd. Reste des Muttergesteins der Intrusiva, von dem die injizierte Schieferhülle bei der Überschiebung abgeschert wurde, finden sich da und dort. Es handelt sich um einen grünen, ziemlich basischen Granit.

2. Verrucano und Buntsandstein. Als Aufbereitungsprodukt des Kristallinen, mit demselben oft in primärem Sedimentationskontakt stehend, sind rot und grün gefärbte Breccien, Sandsteine und Schiefer hieher zu rechnen. Zum Buntsandstein gehören möglicherweise weisse Quarzite im Hauptertäli bei Sapün. Hoek beschrieb solche auch aus dem Gebiete von Arosa.

3. Mittlere und obere Trias. Wie für die tieferen unterostalpinen Decken Staubs, so ist für die Aroser Zone die unvollständige Ausbildung dieser Formation ein Charakteristikum.

Nur am Gipskirchli bei Klosters wird der Verrucano von einem durch Auslaugung seines Gipsgehaltes in Rauchwacke übergeführten Karbonatgestein und einer über 10 m mächtigen Gipsschicht überlagert.

Im Haupttertäli S der Weissfluh steht über dem Buntsandstein-Quarzit ein gelblich anwitternder kieselhaltiger Dolomit an, der sehr wahrscheinlich mit den von Cornelius aus dem Gebiete von Samaden und von Seidlitz aus dem östlichen Rhätikon beschriebenen Gesteinen identisch ist. Cornelius rechnete diese Felsart den Raiblerschichten zu.

In fast allen Schuppen der Aroserzone wird die Trias durch einen bis über 100 m mächtigen Dolomitkomplex repräsentiert. Es handelt sich zweifellos um Hauptdolomit. Derselbe zeigt feinzuckerförmiges Gefüge, graue, gelbliche oder weisse Färbung, zerfällt bei der Verwitterung in lauter eckige Bruchstücke und ist meist nur schwach geschichtet. In höheren Partien ist er fast durchwegs von brecciöser Ausbildung. Ein Zement fehlt dieser Breccie; die eckigen, nur durch die Färbung sich unterscheidenden Komponenten sind mosaikartig ineinander geschweisst. (J. C.)

4. Jura: Rhät. An der Ostseite des Grünhorns auf Parsenn stehen blaue Mergelkalke an, die von Schalenresten ganz erfüllt sind. Wir sehen sie mit braunschwarzen Sandsteinen vergesellschaftet, in welchen sich *Cardita austriaca* Gümb. in wenigen guterhaltenen Exemplaren vorfand. Es handelt sich also offenbar um Rhät. Rhätschiefer mit *Cardita austriaca* treffen wir auch in den unteren Lenzerhornschuppen. In den höheren Komplexen der Aroserzone geht der Hauptdolomit nach oben meistens in einen weissen, dichten, massigen Kalk über, der stellenweise durch Eisenoxydhydrat rot gefärbt ist. Es handelt sich um rhätischen, in den tieferen Teilen vielleicht auch norischen Dachsteinkalk.

Lias, Dogger, Malm. In den höheren Schuppen der Aroserzone (Casanna, Weisshorn-Tschirpen, tiefste Lenzerhornschuppen) setzt sich der Lias aus einer tieferen Kalk- und einer höheren Schieferserie zusammen. Der Kalk geht stellenweise allmählich aus dem Rhätkalk hervor, besitzt meistens rötliche oder gelbrote Färbung und enthält stellenweise massenhaft unbestimmbare Ammoniten, Belemiten, Bivalven und Cidarisstacheln. Schon Rothpletz, Hoek u. a. kannten diesen roten Cephalopodenkalk aus dem Gebiete von Arosa; es handelt sich um Hierlatzkalk. In den unteren Lenzerhornschuppen ist der Kalk teilweise durch Dolomitprimärbreccien mit rotem, tonigem Bindemittel ersetzt, ferner findet sich hier an der Grenze gegen das Rhät oft eine Lithodendrenbank. Die auflagernden Kalktonschiefer sind dunkelblau, erhalten aber bei der Verwitterung durch ihre tonigen Schichtbelege ein braunfleckiges oder -streifiges Aussehen; sie enthalten Fucoiden und fragliche Belemniten. (R. B. u. J. C.)

Es sind dies die sog. Streifenschiefer Theobalds, welche dieser Forscher überall in den Muschelkalk stellte. Auch Seidlitz hat später „Muschelkalkstreifenschiefer“ ausgeschieden, zweifelte aber schon an ihrem triadischen Alter. Da sich im Weissfluhgebiet ein Übergang dieser Schiefer in den wahrscheinlich oberjurassischen Aptychenkalk konstatieren lässt, vertreten sie ohne Zweifel den Lias und auch den Dogger. (J. C.)

Der Aptychenkalk ist meist ganz dicht, auf dem muschligen Bruch von blaugrauer Färbung, angewittert gelblich bis grauweiss. In tieferen Niveaus gut gebankt, geht er oft gegen das Hangende in einen hellen Plattenkalk über, der häufig massenhaft Mikroorganismen (Radiolarien etc.) enthält und im Handstück kaum von den Couches rouges sich unterscheidet.

Der von Steinmann nach dem Gehalte an Mikrofossilien Radiolarit genannte rote oder grüne Hornstein tritt im ganzen Weissfluhgebiet als gut geschichtetes, fast reines Kieselgestein auf, das infolge seiner Widerstandsfähigkeit gegen tektonische Beanspruchung und die Erosion als guter tektonischer Leithorizont dienen kann.

In der Nähe des Kontaktes mit basischen Eruptivgesteinen setzen im Radiolarit hie und da Manganerzlinsen auf, die an verschiedenen Orten im Plessurgebirge (s. l.) ziemliche Quantitäten von bis 33 %igem Erz führen. Solches findet sich übrigens auch in brecciösen, kieselhaltigen Lagen des Hauptdolomits.

b) Mesozoikum in Breccien- und Sandsteinfazies.

Im ganzen Plessurgebirge können alle oben beschriebenen Schichtglieder vom Hauptdolomit bis und mit dem Radiolarit durch mächtige Lagen von Psephitgestein ersetzt sein. Es handelt sich um typische Brandungsprodukte, um mit Argand und R. Staub zu sprechen, um Geantiklinalbildungen. Zwei Gesteinstypen sind es hauptsächlich, welche die Komponenten dieser Felsarten liefern: Der Hauptdolomit und das Kristalline. Bei der fortwährenden Abtragung der geantiklinalen Inselberge wurde natürlich zuerst die Sedimentbedeckung, dann erst das Kristalline mit seiner Casanaschieferhülle weg erodiert.

Im allgemeinen sind deshalb die polygenen Breccien relativ jüngerer Entstehung, als die nur aus sedimentären Klastika zusammengesetzten; wo altmesozoische Gesteine bis aufs Altkristalline hinuntertransgredieren, sind sie natürlich auch von polymikter Zusammensetzung.

Zur Altersbestimmung dieser Trümmersedimente dienen uns folgende Anhaltspunkte:

1. In der Weissfluhwestwand lässt sich ein Übergang von Hauptdolomit in einen mächtigen, fast ausschliesslich aus Dolomit zusammengesetzten Breccienkomplex (Liasbreccie früherer Autoren) und weiterhin in polygene Breccie konstatieren.
2. An der Weissfluh geht die Breccie seitlich zuerst in Sandsteine und glimmerreiche, braune und schwarze Sandsteine, dann in Liasschiefer über.
3. Bei Wallbrunnen im Fondei liegt die polygene Weissfluhbreccie in verkehrter Lagerung unter dem Aptychenkalk.
4. Bei Maran führt das polymikte Gestein Radiolarit als Komponente.

Streifenschiefer mit reichlich eingestreuten sedimentären und kristallinen Komponenten hat Seidlitz im östlichen Rhätikon Mandelschiefer genannt.

Aus 1, 2, 3 und 4 ergibt sich ohne weiteres, dass die Breccienbildung von der Triaszeit bis ins jüngere Mesozoikum andauerte.

c) Basische Eruptiva im Weissfluhgebiet.

Die Aroser Schuppenzone enthält als Erbe der „rhätischen Decke“ auch die Hauptmasse der bekannten Ophiolithika. Während bei Arosa das Ophiolithikum hauptsächlich durch diabasische Gesteine vertreten ist, herrscht zwischen Klosters und Langwies Serpentin bei weitem vor. Der Totalpserpentin ist nach Ball aus einem Lherzolith entstanden; oft ist er noch ganz erfüllt von Diallagkristallen, die bronzeähnlich glänzend auf der Anwitterungsfläche hervortreten. Auf dem Bruch ist das Gestein von dunkelgrüner bis schwarzer Färbung; aus heller grünlichen Serpentinvarietäten bestehen die Harnische der zahllosen Rutschflächen, die es durchziehen.

Mit meinem Freund Leupold zusammen hatte ich das Glück 300 m südwestlich P. 2562 zwischen Weissfluh und Schwarzhorn im Totalpserpentin ein Vorkommnis von olivinführendem Pyroxenit zu entdecken.

Variolit, Spilit und verwandte Gesteine der Diabassippe finden sich von der Zähnjefluh bis an den Casannapass in einem zwischen Aroserzone und Sulzfluhdecke eingelagerten Serpentinzug vor, der auch in die Gesteine der Sulzfluhdecke eindringt.

Obwohl bis dahin in den Ophiolithen und den umliegenden serpentindurchtränkten Sedimenten noch nie typische Kontaktmineralien gefunden wurden, lautet doch das Urteil beinahe aller Forscher dahin, dass vielerorts ein Primärkontakt vorliege. Auch auf Grund der Beobachtungen im Weissfluhgebiet kommen wir, wie schon Ball, zu demselben Schlusse. Entsprechend dem basischen Magma handelt es sich eben um eine vorwiegend kaustische Metamorphose.

Sulzfluh- und Aroserzonengesteine sind von Serpentingängen auch in vertikaler Richtung durchsetzt und aufgeschmolzen worden. Dass an Diskontinuitätsflächen gleichzeitig eine Durchknetung mit allerhand abgeschürften Gesteinen stattfand, lässt sich besonders gut unweit E der Parsennfurka konstatieren, wo sich mächtige Gneis- und Kalkblöcke dem Serpentin eingelagert finden; der Kalk wurde zum grossen Teil von Serpentin durchdrungen und marmorisiert, der Gneis blieb unverändert. Kontakt- und Dynamometamorphose waren hier also wohl, wie schon Steinmann annahm, gemeinsam im Spiele. (J. C.)

4. Die Decke der Aroser Dolomiten.

(Definition dieser Einheit s. Regionaltekt. Übersicht und Tektonik, 6).

1. Werfénien: Dieser Decke zugehörigen Buntsandstein finden wir einzig als eine Linse stark zerquetschten Quarzits an der Basis der Küpfenfluhwand.

2. Anisien: An derselben Stelle findet sich auch das bis jetzt einzige, sicher zu dieser Decke gehörende Vorkommen von Anisien. Über dem Buntsandstein liegt eine wenig mächtige Echinodermenbreccie, bestehend aus kleinen Crinoidenstielgliedern, wohl von *Dadocrinus gracilis* Buch. Sie entspricht ohne Zweifel der Gracilisbreccie des oberostalpinen Anisien. Darüber folgen zirka 15 m braungraue, körnige Dolomite, die überlagert werden von hellgelblich anwitternden, dünnschichtigen Dolomiten oder Dolomitschiefern mit Tonschieferzwischenlagen. Diese Ausbildung steht den von Spitz und Dyhrenfurth aus den Unterengadiner Dolomiten beschriebenen Typen sehr nahe.

3. Ladinien: Sehen wir eine fazielle Ähnlichkeit mit den Unterengadiner Dolomiten auch für das Ladinien voraus, so wird entsprechend den Verhältnissen im Unterengadin auch in der Schichtreihe der Aroser Dolomiten zwischen den ladinischen und den norischen Dolomiten kein lithologischer Unterschied zu erwarten sein. Es ist unmöglich, mit lithologischen Argumenten über das Alter der einförmigen, dunklen, bald gebänderten und gut gebankten, bald brecciösen oder massigen Dolomite, welche den Unterbau der Aroser Dolomiten bilden, eine definitive Entscheidung zu treffen, so lange sie nicht in

normalem Kontakt mit stratigraphisch bekanntem Liegendem oder Hangendem aufgefunden werden. Wahrscheinlich sind sie ladinischen Alters, doch wird sich ein begründetes Urteil wohl erst nach einer näheren Untersuchung des Schafrückens und der Älpliseegegend abgeben lassen.

4. Carnien: Die Schwierigkeit der Altersbestimmung für die eben erwähnten Dolomite beruht insbesondere auf dem Umstand, dass das Carnien in der ganzen Decke der Aroser Dolomiten nirgends zu finden ist. Sein Fehlen beruht entschieden auf tektonischen Gründen. Es ist offenbar auf keiner der verschiedenen Schubflächen innerhalb der Decke, deren Gleitmittel es wohl bildete, so weit nach Nordwesten vorgeschleppt worden. (W. L.)

5. Norien: Stand schon die Fazies des Anisien derjenigen der Unterengadiner Dolomiten sehr nahe, so ist die des Norien mit ihr direkt identisch. In mannigfacher Verzahnung mit Rhät und Lias bildet es einen Hauptanteil der mächtigen Obertrias- und Liaszone, welche sich als wichtigstes Element der Decke der Aroser Dolomiten von Surava über das Lenzerhorn, Aroser Rothorn und Erzhorn bis hinaus ans Schiahorn verfolgen lässt. Das untere Norien ist als Hauptdolomit entwickelt. Als dessen tiefstes dürfen wir jedenfalls die rote Breccie am Fusse der Hauptdolomitwand des Piz Miez betrachten, in Analogie zu der roten Transgressionsbreccie an der Basis des Silvrettahauptdolomits. Das obere Norien aber findet sich in einer Ausbildung, die mit dem von Spitz und Dyhrenfurth beschriebenen norisch-rhätischen Grenzniveaus der Unterengadiner Dolomiten in jeder Weise übereinstimmt. Es ist ein Wechsel von Hauptdolomit mit fossilreichem Kalk, der allmählich von reinem Hauptdolomit zu den Rhätkalken überführt. Kleine Megalodonten und zahlreiche Gastropoden, worunter *Worthenia solitaria* Ben., bilden die Fauna. Die Norienfazies der Aroser Dolomiten entspricht völlig der Südfazies der Unterengadiner Dolomiten, dem Quatervalstypus.

6. Rhétien: Auch das Rhät der Aroser Dolomiten ist entsprechend der Südfazies der Unterengadiner Dolomiten entwickelt. Aus dem Grenzniveau geht am Erzhorn schwarzer, plattiger Rhätkalk hervor, dem sich bald ein braun anwitternder Komplex von typischer Kössener Ausbildung auflagert, eine mächtige Wechsellagerung von schwarzen Kalken, Lumachellen und Tonschiefern. (R. B. u. W. L.).

Als eine Serie gastropodenreicher, plattiger schwarzer Kalke mit Schieferzwischenlagen voller *Rissoa* (*Holopella) alpina* Gümb., lässt sich das Rhät nordwärts verfolgen bis zur Küpfenfluh. Diese Fazies erinnert deutlich an die Rissoakalke des Fraëletales und des Ortlers. (W. L.)

7. Lias. Die schwarzen Schiefer, welche als auffallende Zone den Piz Naira und das Lenzerhorn durchziehen, sind ohne Zweifel der Hauptsache nach dem Lias zuzurechnen. Es sind dunkle, oft papierdünne Kalk- und Kalktonschiefer, die durch braune Streifung ein holzähnliches Aussehen annehmen. Sie enthalten Pentacrinusstielglieder. Stellenweise schalten sich Kalkbänke ein; sie treten aber den Schiefern gegenüber stark zurück. Es sind Allgäuschiefer, wie wir sie in der Aela- und Albuladecke wiederfinden und bis ins Engadin und den Fraëlezug verfolgen können. Die Fazies des grossen Liaszuges im Lenzerhorngipfel, also der Decke der Aroser Dolomiten, entspricht der Südfazies des Unterengadiner Dolomiten, der Allgäuschieferfazies.

Höhere Horizonte als Lias sind in den Aroser Dolomiten nicht erhalten. (R. B.)

5. Die Silvrettadecke.

1. Der kristalline Anteil der Silvrettadecke ist ein überschobenes herzynisches Massiv. Sein Gerippe bilden langgestreckte Intrusivstöcke von Granit, umgeben von Orthogneisen und injizierten Paraschieferhüllen. Letztere bestehen aus psammitischen Gneisen, violett schimmernden Biotit-Serizitschiefern, sog. Casanaschiefern, und darin eingelagerten Amphiboliten. Mancherorts ist die Injektion dieser Gesteine durch den Granit gut zu beobachten. Neben Injektionsgneisen und injizierten Amphiboliten finden sich Biotit- und Diopsidhornfelse, durchschwärmt von Aplit- und Turmalinpegmatitgängen; so am Schaflägergrat nördlich des Schiahorns. Einige Anhaltspunkte über das Alter der Paraschiefer geben uns graphitische Varietäten derselben, wohl karbonischen Alters, welche sich von der Bergüner Furka über Alp da Tisch verfolgen lassen. Der Silvrettagranit ist ein sehr grobkörniger Zweiglimmergranit, ausgezeichnet durch mächtige Orthoklase und auffällige Biotit-Serizitflatschen.

Das als herzynisch zu betrachtende Streichen ist hier ziemlich konstant N 80° W, im Gegensatz zum NE-Streichen der tertiären Sedimenteinfaltungen.

2. Perm und Werfénien. Über der Denudationsfläche des Kristallinen folgen diskordant entweder mächtige Quarzporphyrlagen oder direkt eine klastische Serie, deren Jüngstes als sicheres Werfénien zu erkennen ist. Sie transgrediert bald über Porphyr, bald über das Kristalline. Die Porphyrdecke ist demnach nicht zusammenhängend.

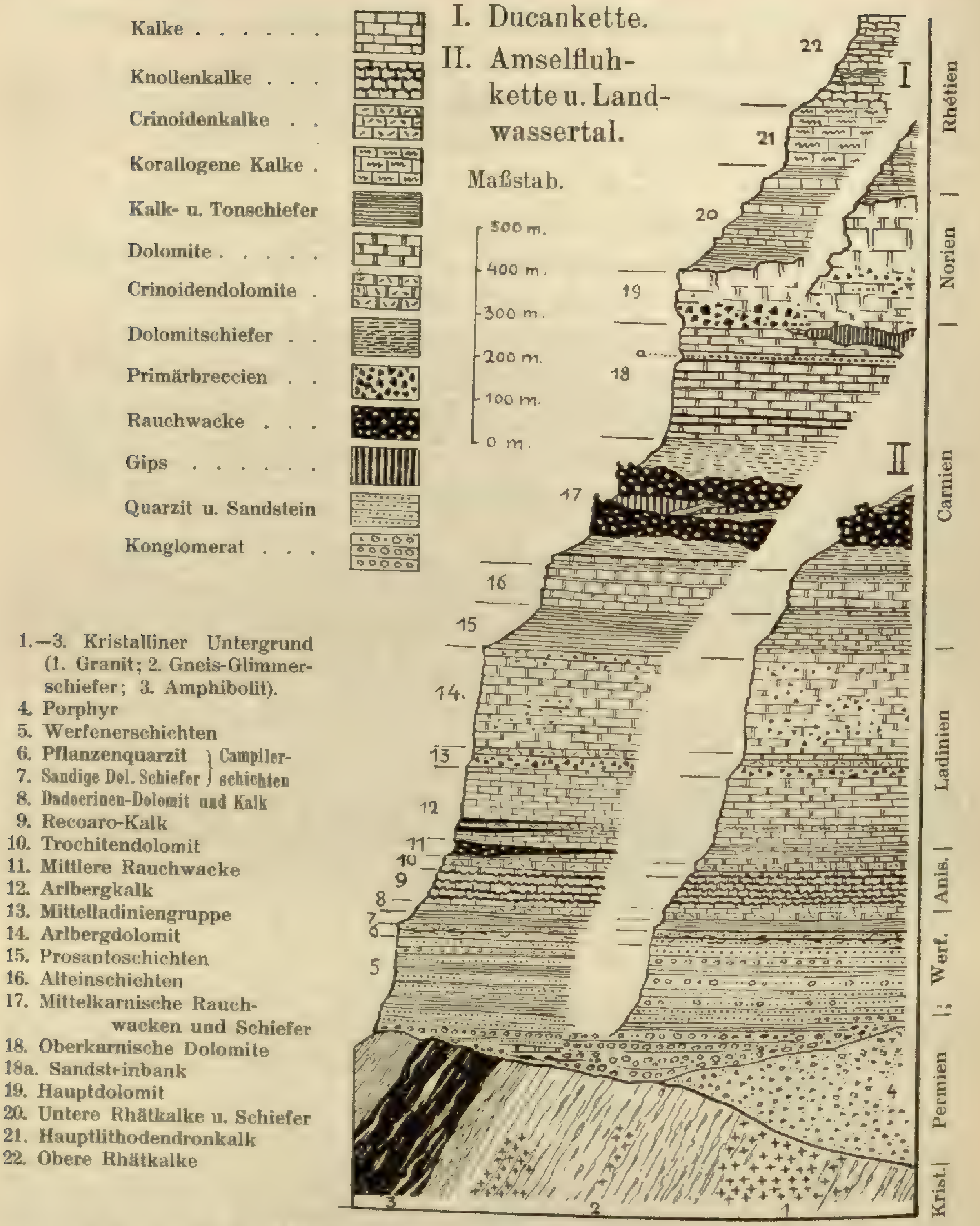

Kalke
Knollenkalke
Crinoidenkalke
Korallogene Kalke
Kalk- u. Tonschiefer
Dolomite
Crinoidendolomite
Dolomitschiefer
Primärbreccien
Rauchwacke
Gips
Quarzit u. Sandstein
Konglomerat
I. Ducankette.
II. Amselfluhkette u. Landwassertal.
Maßstab.
500 m.
400 m.
300 m.
200 m.
100 m.
0 m.
1.—3. Kristalliner Untergrund (1. Granit; 2. Gneis-Glimmerschiefer; 3. Amphibolit).
4. Porphyr
5. Werfenerschichten
6. Pflanzenquarzit } Campilerschichten
7. Sandige Dol. Schiefer } Campilerschichten
8. Dadocrinen-Dolomit und Kalk
9. Recoaro-Kalk
10. Trochitendolomit
11. Mittlere Rauchwacke
12. Arlbergkalk
13. Mittelladiniengruppe
14. Arlbergdolomit
15. Prosantoschichten
16. Alteinschichten
17. Mittelkarnische Rauchwacken und Schiefer
18. Oberkarnische Dolomite
18a. Sandsteinbank
19. Hauptdolomit
20. Untere Rhätkalke u. Schiefer
21. Hauptlithodendronkalk
22. Obere Rhätkalke
22
21
20
19
a
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
I
II
Rhétien
Norien
Carnien
Ladinien
Anis.
Werf.
Permien
Krist.

Fig. 1. Schichtprofil der Trias der Silvrettadecke in Mittelbünden.

(H. Eugster und W. Leupold.)

Als die wichtigsten Ergüsse kann man die Vorkommen von Ballalüna (Albulatal) und Gudenziel südlich Val Tuors namhaft machen; ein zusammenhängender Deckenerguss des meist hellgrünen, seltener dunkelroten Porphyrs, lässt sich von Alp Ramoz über den Sandhubel bis zum Kummerhubel und von dort bis zum Schmelzboden verfolgen.

Innerhalb der auflagernden Klastika konstatiert man von unten nach oben folgende Schichtglieder:

a) Basiskonglomerat: Auf dem Amphibolit bildeten sich eisenkarbonatreiche Arkosen mit faust- bis kopfgrossen Geröllen und weissen Kalkeinlagerungen. Auf Gneis findet sich über einer ausgeprägten Aufbereitungszone eine Serie von Konglomeraten mit milchweissen und rosaroten Gangquarzgeröllen und Porphyrgeröllen. Diese Bildungen sind manganreich und enthalten das früher ausgebeutete Erzvorkommen von Murtèl da Fier in der Val Plazbi. Auf Porphyr folgen meist mächtige, ausschliesslich von Porphyrgeröllen zusammengesetzte Konglomerate.

b) Schiefer und Quarzite: Aus den beschriebenen grobklastischen Bildungen entwickeln sich gegen oben rot und grün geflammte Quarzite, wechsellagernd mit roten, glimmerreichen Schiefern; letztere sind stellenweise gesprenkelt von gelben Ankeritputzen. Einzelne Lagen von milchweissen, rosaroten und oft auch grünen Quarzgeröllen sind in diesem und im folgenden Schichtgliede nicht selten; ebenso Ripplemarks und Kreuzschichtung.

c) Die obersten Teile nehmen ein: grün und rötlichbraun gestreifte Quarzite mit Tongallen; helle, grünliche Quarzite mit rostroten Tupfen, daneben auch kohlereiche Sandsteine, erfüllt von Pflanzenspreu. Aus dem letzteren Niveau stammende *Pterophyllum*-ähnliche Reste vom Schmelzboden bedürfen noch näherer Bestimmung.

d) Den Übergang zur karbonatischen Sedimentation des Anisien vermitteln dolomitische Quarzite und serizitische Dolomitschiefer. Sie bilden ein nur gering mächtiges Schichtglied, das aber aus der Ferne schon durch seine intensiv bräunlichgelbe Anwitterung auffällt; es ist die sog. untere Rauchwacke der älteren Autoren. Typische Rauchwacken finden sich jedoch darin nur selten und lokal, die Dolomitschiefer aber bilden einen durchgehenden Horizont, in dessen oberem Teil stellenweise auch Fossilien, schlecht erhaltene, verkieselte Zweischaler und „Chemnitzien“, enthalten sind.

Die Schichtglieder c und d, sowie Teile von b entsprechen, wie sich aus stratigraphischer Stellung und Fazies ergibt, den südalpinen Campilerschichten.

Die verrucanoähnlichen Konglomerate und Arkosen der Basis, besonders aber die Quarzporphyre halten wir für permischen Alters.

Die Gesamtmächtigkeit des sedimentären Permo-Werfénien kann 400 m erreichen. (S. Fig. 1.)

3. Anisien.

a) Körnige graue Dolomitbänke, die von schwarzen Tonhäuten durchzogen sind, bilden die Basis der Stufe. Sie enthalten teilweise zerstreut, oft aber auch in eigentlichen Breccienlagen Stielglieder von *Dadocrinus gracilis* Buch. Nördlich des Landwassers ist der obere Teil dieses Schichtgliedes bald durch eine Bank massigen blauen Kalkes mit kleinen Diploporen, bald durch Bryozoen- und „Lithodendren“ reiche Kalkschiefer ersetzt.

b) Im Hochducangebiet und an der Muchetta folgt darüber eine überall erkennbare Dolomitbank mit gut erhaltenen Fossilien: *Rhynchonella decurtata* Gir., *Terebratula (Coenothyris) vulgaris* Schloth. und *Retzia (Spirigera) trigonella* Schloth.

c) Als dritter, wohl unterschiedener und den grössten Teil der Stufe beanspruchender Schichtenkomplex folgen dunkelblaue Knollenkalke mit schwarzen, kohlig-tonigen Schieferlagern zwischen den welligen Schichtflächen. Die Kalke enthalten Brachiopoden, massenhafte Zweischalerbruchstücke und Gastropoden; es liessen sich erkennen: *Terebratula* (*Coenothyris*) *vulgaris* Schloth., *Spiriferina spec.*, *Pecten spec.* und *Daonella spec.* Während die Kalke grau anwittern, erhalten die Schieferzwischenlagen eine mehr gelbliche Anwitterungsfarbe und durchziehen die Kalke mit einer Art gelben Netzes. Sie sind erfüllt von Crinoidenstielgliedern, hauptsächlich *Pentacrinus* und *Dadocrinus* zugehörig. In den unteren Teilen sind die Tonhäute meist kieselreich und wittern deshalb als hervortretende Leisten aus dem Kalk heraus. Nimmt der Kieselgehalt noch mehr zu, so bilden sich an Stelle der Schieferlager schwarze Hornsteine heraus, welche in einem ähnlichen Netz, seltsam anastomosierend den Kalk durchziehen. In den oberen Teilen des Kalkkomplexes tritt besonders in den Tonhäuten eine karminrote Anwitterungsfarbe auf, verursacht durch einen beträchtlichen Eisengehalt, der sich stellenweise bis zu lagerförmigen Erzanhäufungen steigert.

Nördlich des Landwassers beginnt die Knollenkalkfazies direkt über dem Graciliskalk und umfasst auch das Niveau b; eine dem letzteren entsprechende Fossilbank findet sich hier in den Knollenkalken zirka 5 m über deren Basis, in Verbindung mit einer Pentacrinusbreccie.

d) In den obersten Teilen der Stufe setzt wieder die Dolomitfazies ein. Wir betreten nun, ähnlich wie in den Südalpen, eine Zone starker Faziesveränderungen, sowohl im vertikalen als horizontalen Sinne. Eine ausgezeichnete, durchgehende Leitschicht bilden darin die Trochitenbänke, massige, aschgraue Dolomitbänke voller Stielglieder von *Encrinus liliiformis* Schloth., oft eigentliche Encrinusbreccien. Im Ducangebiet lagern sich dieselben direkt auf die Knollenkalke, im Muchetta- und Landwassergebiet jedoch beginnt die Dolomitfazies schon tief unter den Trochitenbänken; die ganze obere Hälfte der Knollenkalke kann dort durch ähnlich knollige, aber im Gegensatz zum grauen Kalk braun anwitternde Dolomite ersetzt sein. Zahlreiche früher ausgebeutete Erzvorkommnisse des Landwasser- und Albulatales gehören diesen Knollendolomiten an. So der silberhaltige Bleiglanz und die Zinkblende des Silberberges bei Monstein, die Kupfererze im Tieftobel zwischen Wiesen und Schmitten, die alten Kupferschürfungen an beiden Hängen des Albulatales zwischen Filisur und Ballalüna, sowie die Hämatite der alten Eisengruben im Val Tisch. Es handelt sich um Erze metasomatischen Ursprungs.

Die Trochitenbänke schliessen gegen oben meist mit einigen wenigen ähnlich aschgrauen Dolomitbänken ohne Crinoiden.

e) Darüber aber liegen nördlich vom Landwasser (Amselfluh) mit scharfem Schnitt klirrende, gelbe Kalkschiefer mit langgestreckten wurmförmigen Gebilden auf den Schichtflächen und stellenweise prächtigen Ripplemarks; eine, wie aus dem Folgenden hervorgeht, offenbar transgressive Gruppe. Je weiter wir nämlich gegen S und W gehen, um so mächtiger stellt sich zwischen den Kalkschiefern und den aschgrauen Dolomiten ein dem N fehlendes, sehr veränderliches Schichtglied ein, zusammengesetzt aus sandigen, rötlichgelben und braunen Rauchwacken, gelben, rötlich gestreiften, tonigen Dolomiten, gelben Dolomitschiefern und dichten rötlichen Kalken. Von seinen ersten Spuren am N-Ende der Hochducankette nimmt es gegen W längs dieser Kette immer mehr zu (Hahnengrat-Valmala), setzt auch an der Muchetta ein und erreicht nördlich der Aelagruppe (Schaftobel) an 100 m Mächtigkeit, hier deutlich auf Kosten der hangenden Kalke, die von ihm teilweise aufgezehrt und faziell vertreten werden. Es ist die mächtige „untere Rauchwacke“ des Zyndel'schen Schaftobelprofils (1912). Diese Rauchwacke wird aber auch dort unterlagert von anisischen Knollenkalken, wodurch sich Zyndel's spätere Vermutung (1913), dass es sich nicht nur um „untere Rauchwacke“ handle, bestätigt wird. Die Rauchwacke stellt im Vergleich zu der skythischen „untern“ und der carnischen „oberen Rauchwacke“ der älteren Autoren eine „mittlere Rauchwacke“ dar. —

Versuchen wir nun eine Parallelisation mit klassischen Anisienprofilen. Weitaus die grösste Übereinstimmung finden wir mit dem südalpinen Muschelkalk. In den basalen Dadocrinendolomiten a sehen wir das Äquivalent der südalpinen Graciliszone. Gegenüber dem mächtigen Gutensteiner-Kalk sind aber unsere Gracilisschichten auffallend geringmächtig. Die Brachiopodendolomitbank b und die Knollenkalke c vertreten die südalpinen Brachiopodenkalke, die Zone der *Rhynchonella decurtata*. Faziell gleichen unsere Knollenkalke sowohl den nordalpinen Reiflingerkalken als dem südalpinen Recoarokalk. In Anbetracht des Umstandes, dass die Fazies der Reiflingerkalke auch Teile der ladinischen Stufe umfassen und somit der Name „Reiflingerkalk" zur stratigraphischen Bezeichnung eines rein anisischen Niveaus nicht verwendet werden kann, scheint uns der Name Recoarokalk für unsere Kalke der einzig zutreffende. Entsprechend können die Knollendolomite als Mendoladolomite angesprochen werden.

Wir glauben nicht fehl zu gehen, wenn wir mit den nun folgenden Trochitenbänken d die Trinodosuszone beginnen lassen. Im Rhätikon werden nach Trümpy die den unseren völlig entsprechenden oberanisischen Trochitenbänke direkt überlagert von den Buchensteiner Kieselknollenkalken mit *Protrachyceras Reitzi* (Böckh.) Mojs., entsprechen also der Trinodosuszone. Dasselbe Alter haben auch die Trochitenbänke im oberen Anisien Südwesttirols.

Was aber von dem nun folgenden Rauchwackenkomplex unserer Ausbildung noch der Trinodosus- oder schon der Buchensteinerzone zuzuweisen ist, ist schwierig zu entscheiden. Doch müssen wir wohl in der scharfen Regression, die sich im Auftreten der „mittleren Rauchwacke" ausspricht, ein Äquivalent der Regression sehen, welche nach Frauenfelder in den Tessiner Kalkalpen für die Obergrenze des Trinodosusniveaus, die Ablagerungszeit der Grenzbitumenzone, angenommen werden muss. Entsprechende Regressionserscheinungen im obersten Anisien mit nachfolgender positiver Strandverschiebung in unteren Ladinien sind in den Südalpen noch an manchen Stellen zu beobachten. Wenn einerseits in der „mittleren Rauchwacke" wahrscheinlich Äquivalente der obersten Trinodosuszone vertreten sind und anderseits sicher ladinische Äquivalente durch dieselbe faziell ersetzt werden können, so muss die Anisien-Ladiniengrenze im Inneren der Rauchwackenzone liegen; wo diese aber fehlt, liegt sie zwischen den Trochitendolomiten und den gelben Kalkschiefern, wobei eine stratigraphische Lücke nicht ausgeschlossen ist.

4. Ladinien.

a) Die Basis der Stufe bilden entweder die schon beschriebenen gelben Kalkschiefer oder, dieselben vertretend, die oberen Teile der „mittleren Rauchwacke".

b) Über beide lagert sich gleichmässig eine mächtige Serie dunkelblauer, ausgesprochen korallogener, aber dennoch gutgeschichteter Kalke. In der Nordfazies entstehen sie ganz allmählich aus den liegenden Kalkschiefern. In der extremen Südwestfazies bildet eine Verzahnung der „mittleren Rauchwacke“ direkt mit dem korallogenen Kalk den Übergang, woraus deutlich hervorgeht, dass sich die Rauchwackenzone auch auf Kosten der hangenden ladinischen Kalke entwickelt.

Wenig über seiner Basis beginnt der Kalk mit Dolomit zu wechsellagern. In den tieferen Teilen sind die eingeschalteten Dolomite dicht und tonig, in den oberen Teilen grob zuckerkörnig, stets aber wittern sie heller an als die Kalke; an der Obergrenze des Komplexes sind sie meistens schneeweiss, selten etwas rötlich. Der ganze Kalkkomplex erscheint dadurch im grossen gebändert.

c) Eine aus den weissen Dolomiten hervorgehende, höchst auffallende, korallogene Dolomitbreccie mit weissem, spätigem Zement, ein für die Kartierung vorzüglicher Leithorizont, bezeichnet die obere Grenze des unteren, überwiegend kalkigen Teils der Stufe und trennt ihn vom oberen, rein dolomitischen Teil. Diese nur wenige Meter mächtige weisse Breccie leitet über zu einer ebenfalls geringmächtigen Serie eigenartiger, sehr charakteristischer Dolomitbänke. In den differenziertesten Profilen nördlich vom Landwasser folgen zuerst schwarze Dolomite und Dolomitbreccien, welche reichlich kleine Crinoidenstielglieder enthalten, dann dunkle Diploporenbänke und helle Dolomite voller kleiner *Natica*-ähnlicher Gastropoden, wie sie vereinzelt auch schon im liegenden Kalk gefunden werden.

d) Über dieser differenzierten Gruppe, in welcher sich offenbar eine erneute Regression ausspricht, folgt bis an die Obergrenze der Stufe eine mächtige Masse einförmiger, grauer Dolomite, die im Handstück von Hauptdolomit nicht zu unterscheiden sind. Dies gilt allerdings nur für den S und W des Gebietes, wo eine bald massige, bald dünnbankige Ausbildung vorherrscht. Nördlich vom Landwasser jedoch finden wir die ganze Dolomitmasse fast allenthalben aufgelöst in eine prächtige Sedimentations- oder „Primär“breccie, teils mit weissem spätigem Zement, teils mit grauer Dolomitgrundmasse. Von noch gut erhaltener Schichtung zur teilweisen Auflösung derselben durch kleine submarine Rutschungen und Stauchungen und weiter zur eigentlichen „Primärbreccie“ lassen sich an der feinen Streifung des Gesteins alle Übergänge beobachten. —

Das Ladinien zeigt grosse Annäherung an die nordalpine Kalk-Dolomitfazies. Eine Dreiteilung nach dem südalpinen Zonenschema lässt sich nicht durchführen. Wir lehnen uns infolgedessen in der Nomenklatur mit Vorteil an die nördlich benachbarte und unverkennbar ähnliche Vorarlberger Fazies an und nennen entprechend den vorwiegend kalkigen Komplexe a und b Arlbergkalk, die hangende Gruppe der einheitlichen Dolomite und Dolomitbreccien Arlbergdolomit. Die trennende charakteristische Dolomitserie c bezeichnen wir speziell als Mittelladiniengruppe.

Im Gegensatz zur Vorarlberger Fazies fehlt hier aber jede Andeutung von typischen Partnachschichten.

5. Carnien.

a) Mit scharfem Fazieswechsel folgen auf die Arlbergdolomite dünne, klirrende schwarze Kalkschiefer mit karminroten eisenreichen Tonbelegen auf den Schichtflächen. Anhäufungen von *Loxonema*-brut an der Basis, Reste von Fischen und schwarze Hornsteinknollen sind weitere Charakteristika.

Diese typische Ausbildung des Schichtgliedes findet sich am besten entwickelt am Piz Prosonch in der Hochducankette. In anderen Teilen des Untersuchungsgebietes bietet die Abgrenzung gegen den Arlbergdolomit einige Schwierigkeiten, da der untere Teil der Kalkschiefer durch ganz allmählich aus dem Arlbergdolomit hervorgehende schwarze, dünnbankige Dolomite oder Dolomitschiefer vertreten sein kann. Immerhin lässt sich das Schichtglied überall aus der Ferne schon als schwarzes Band erkennen. (Prosantoschichten).

b) Über die Schiefer lagert sich ein bis 100 m mächtiger Komplex gut gebankter Dolomite mit schwarzen Hornsteinen in einzelnen Knollen und ganzen Lagern. Charakteristisch ist das Auftreten von kleinen unregelmässig kugligen Aggregaten milchiger Quarzkristalle, die bald regellos verteilt und geschwürähnlich herauswitternd, bald in gekröseähnlichen Lagern angehäuft, den Dolomit erfüllen.

Es handelt sich wohl um eine pseudomorphosenartige Lösungsersetzung von Karbonatkugeln, wie solche als letzte Spuren völlig umkristallisierter Fossilien in den ostalpinen Dolomiten häufig zu finden sind. Bänke voller Diploporen und Crinoidenstielglieder sind nicht selten. Gegen das Liegende und das Hangende zu geht der Dolomit allmählich in gut gebankte Kalke über. (Alteindolomit). S. Fig. 1.

c) Es folgt ein wenig mächtiges, lithologisch recht mannigfaltiges Übergangsglied. In die hangenden Kalke des Komplexes b schalten sich zunächst mehrere Bänke gelbgrüner Quarzite ein, dann Kalk- und Tonschieferlagen voller *Bactryllien.*

d) Darüber lagert sich der mächtige mittelcarnische Schiefer- und Rauchwackenkomplex. Helle, dünnschichtige bis schiefrige, zu Rauchwackebildung neigende, weiche Dolomite mit braunen Schichtbelegen und gelbe und schwarze Kalkschiefer bilden die Hauptmasse der einen Drittel der ganzen Stufe beanspruchenden Serie. Darin eingelagert finden sich zwei mächtige, weithin verfolgbare Bänder brecciöser Rauchwacke, welche stellenweise von Gipslagern begleitet werden. Die gelbe Farbe und die bizarren Verwitterungsformen der Rauchwacke machen den Komplex zu einem der auffallendsten und aus der Ferne am leichtesten erkennbaren der ganzen Trias. Das ausgesprochen helle Gelb unterscheidet ihn von dem aus der Ferne mehr rötlichgelb erscheinenden Band der „mittleren Rauchwacke“.

e) Gut gebankte Dolomite mit zuweilen ziemlich dicken schwarzen oder grünlichgelben Tonschieferzwischenlagen bilden den obersten Drittel der Stufe. Sie enthalten im oberen Teile eine sehr konstant auftretende 10 m mächtige Zone roter und schwarzer, glimmerreicher Sandsteine. Die positive Strandverschiebung, welche die Dolomite gegenüber der Regression des Schichtgliedes d andeuten, erfolgte offenbar unter mehrfachen Schwankungen. Gegen das Ende der carnischen Zeit wurde sie endgültig von einer starken Gegenbewegung abgelöst, die wieder zu einer fast völligen Austrocknung des Meeres führte, welche sich im Auftreten eines mächtigen Gipslagers an der carnisch-norischen Grenze widerspiegelt. —

Die Ausbildung des Carnien nimmt eine Zwischenstellung ein zwischen der lombardischen und der nordalpinen Carditafazies; der südalpine Einschlag ist allerdings überwiegend. Wie das Carnien der Bergamasker Alpen zeigt es eine Zweiteilung in einen tieferen, marinen und in einen oberen, mehr lagunären Teil. Die fischführenden, schiefrigen Kalke und Dolomite a erinnern an die Fischschiefer von Raibl, die der Zone des *Trachyceras aonoides* zugerechnet worden. Ferner zeigen sie Ähnlichkeiten mit den untercarnischen Plattenkalken, wie sie Deecke[1]) aus den Bergamasker Alpen beschrieben hat. Mangels einer anderen, wirklich entsprechenden Bezeichnung belegen wir den Schieferkomplex a mit dem Lokalnamen Prosantoschichten (H. E.), nach seinem typischen Auftreten am Piz Prosonch, dem Piz Prosanto der Dufourkarte.

Für die Stellung der Komplexe b und c gewinnen wir einige Anhaltspunkte in der Kalkfazies des Mte. Blum und Mte. Pora-Massivs. Das Hangende der Plattenkalke bildet dort eine Wechsellagerung von myophorienführenden Kalken, Dolomiten, Mergeln, Sandsteinen und schwarzen Bactryllientonen, in welcher wir unschwer ein Analogon von b und c erkennen können. Die Schichtglieder b und c entsprechen demnach dem Myophorien- und Myoconchenhorizont des Bergamasker Carnien und sind somit samt den Prosantoschichten noch in die Aonoideszone zu stellen. Auf der Hochfläche des Altein nehmen sie in typischer Entwicklung bedeutende Flächen ein; wir schlagen daher für b und c den Lokalnamen Alteinschichten (W. L.) vor; b bezeichnen wir speziell als Alteindolomit, c als Bactryllienschiefer. (S. Fig. 1.)

---

[1]) W. Deecke. Beiträge zur Kenntnis der Raibler-Schichten in den Lombardischen Alpen. Neues Jahrb. f. Miner. etc., Beil.-Bd. III, 1885.

Die Schichtglieder d und e ergeben sich ohne weiteres als Äquivalente der Lombardischen Gips- und Rauchwackebildungen, die als fazielle Vertreter des Torer-Subbullatusniveaus aufgefasst werden. In den Sandsteinbänken kann eine letzte Einstrahlung sowohl der lombardischen Tuffsandstein- als der Cardita- oder Lunzerfazies erblickt werden. Ein der oberen Sandsteinbank entsprechendes Sandsteinniveau beschreiben Trümpy aus dem Rhätikon und Spitz und Dyhrenfurth aus den Unterengadiner Dolomiten. (H. E. und W. L.)

6. Norien. Das in den Ostalpen fast allgemein verbreitete transgressive Einsetzen des Norien über dem regressiven Carnien ist in der Ducanmulde besonders scharf ausgeprägt. Das mächtige Gipslager im obersten Carnien bezeichnet eine letzte, extreme Regression des carnischen Meeres; eine ausgesprochene Transgressionsbreccie dagegen bildet besonders da wo die Gipse fehlen, d. h. abtransgrediert oder infolge völliger Trockenlegung nicht abgelagert wurden, die Basis des Hauptdolomits. Sie besteht aus bis mehrere Kubikmeter grossen Dolomitblöcken in einer rot- und grüngefärbten, sehr dichten, tonigen Grundmasse, welche wohl aus lateritischen Verwitterungsrückständen hervorgegangen ist. Diese rote Dolomitbreccie geht durch allmähliches Zurücktreten des roten tonigen Bindemittels in eine rein dolomitische, graue Breccie über. In derselben lassen sich, ähnlich wie im Arlbergdolomit, häufig Erscheinungen beobachten, welche auf submarine Rutschungen zurückzuführen sind. An der feinen Streifung noch unbrecciöser Dolomitbänke lässt sich oft eine starke Fältelung und Wellung erkennen, die nicht auf tektonische Ursachen zurückgeführt werden kann. Die dünnen, verschieden gefärbten Bänder innerhalb der Bänke lösen sich allmählich voneinander, zerbrechen und gehen in die eigentliche „Primärbreccie“ über.

Das Norien ist bis jetzt nur in der nördlichen Kette des Ducangebietes festgestellt. Es zeigt hier reine Hauptdolomitfazies; es fehlt jede Andeutung von norischem Dachsteinkalk. Der unbrecciöse Dolomit der oberen Partien lässt sich von unbrecciösem Arlbergdolomit im Handstück kaum unterscheiden. Er ist reich an Fossilien, jedoch arm an bestimmbaren Exemplaren. Neben *Worthenia solitaria* Ben. enthält er in Nestern angehäufte Megalodonten. Bemerkenswert ist die starke Mächtigkeitsabnahme des Norien von zirka 150—200 m im Südwesten (Mäschengrat) auf zirka 25 m und weniger im Nordosten (Älplihorn). Diese Reduktion ist zur Hauptsache der starken Erosion in der Rhätzeit zuzuschreiben, wie sie von Frauenfelder in den Südtessiner Kalkalpen nachgewiesen wurde. (S. Fig. 1.)

7. Rhät. Dieser Stufe gehören die jüngsten im Hochducangebiet noch vorhandenen Schichten an. Im Muchetta- und Landwassergebiet fehlen sie vollständig. Im Gegensatz zur Unterengadiner Ausbildung ermöglicht ein ausgeprägter Fazieswechsel ihre Abtrennung von den norischen Ablagerungen. Die Grenze der beiden Stufen ist hier nämlich eine unverkennbare Transgressionsfläche mit vorausgehender Trockenlegung, die sich am Strehl durch Terrarossabildungen verrät. Die Ablagerungen des Rhät bilden zwei schon lithologisch stark differierende Schichtreihen, die von einem hellen korallogenen Kalkkomplex getrennt sind. Der untere Teil besteht aus dünnbankigen, dunkelblauen, splitterig brechenden Kalken in mannigfacher Wechsellagerung mit tonigen, grauen Kalkschiefern und tiefschwarzen Schiefertonen. Die Kalke wittern infolge hohen Eisenoxydgehaltes braun an; ihre Schichtflächen weisen stellenweise Unebenheiten auf, die durch Anhäufungen grosser Mengen von Bivalven entstanden sind. Die Kalkschiefer zeigen bei der Verwitterung bunte, „herbstlaubfarbene“ Oberflächen, während die Schiefertone ein fettes, schlammiges Verwitterungsprodukt liefern. Das Schichtglied besitzt einen mannigfachen Fossilreichtum, der Anlass gibt zu Bildung von Lumachellen.

Folgende Formen konnten bis dahin festgestellt werden:

Avicula contorta Portl.
Gervilleia inflata Schafh.
Cardita austriaca Hau.
Protocardium rhäticum Mer.
Anatina praecursor Quenst.
Pecten spec. (*acuteauritus?)*
Lima spec.
Pinna spec.
*Pentacrinus*stielglieder.

Die unteres und oberes Rhät trennende korallogene Kalkbank wird zur Hauptsache von der *Thecosmilia clathrata* Emmr. aufgebaut. In den damit vergesellschafteten, gelb anwitternden kalkigen Tonschiefern treten in lagenförmigen Anhäufungen *Terebratula gregaria* Suess und *Terebratula pyriformis* Suess auf. Letztere finden sich oft in ganz besonders grossen Exemplaren. Im Hangenden entwickeln sich hellgelb anwitternde, im Bruch dunkelblaue Kalkschiefer, die bald in knollige, gut gebankte dunkelblaue Kalke übergehen. Sie enthalten:

Protocardium rhäticum Mer.
Bactryllium striolatum Heer
*Semionotus*schuppen.
*Pentacrinus*stielglieder.

Im Vergleich mit anderen ostalpinen Vorkommen fällt die fast völlige lithologische wie paläontologische Übereinstimmung mit dem von E. Süess beschriebenen Rhätprofil des Osterhorngebietes (Wolfgangsee bei Salzburg) auf. Ein auffallender mit der „Kössener Fazies" gemeinsamer Zug des unteren Teiles besteht nicht nur in der Ausbildung als wechsellagernde Mergel und Kalke, sondern auch darin, dass die Bivalven zuerst, die Brachiopoden erst später auftreten. Die Parallelisierung lässt sich sogar noch weiter in die Details durchführen: So können wir ohne Zweifel in Analogie zum Osterhornprofil die trennenden Korallenkalke als Hauptlithodendrenkalk benennen. Für die Komplexe im Hangenden und Liegenden desselben erscheint die Bezeichnung obere resp. untere Rhätkalke am geeignetsten. (H. E.)

6. Der Sedimentmantel des Rothornmassivs.

Das kristalline Massiv des Aroser- und Parpaner Rothorns besitzt einen Mantel zugehöriger Triasschuppen. Die Fazies derselben ist vorerst, in einer der Schuppen, noch völlig silvrettahaft, ändert sich aber in den anderen Schuppen in bestimmter Richtung und weicht weitgehend von diesem Typus ab. Der Sinn dieser Faziesveränderung ist eine steigende Vereinfachung der in der Silvrettafazies noch so klaren lithologischen Gliederung durch Überhandnehmen einer mehr einförmigen Dolomitfazies im Ladinien und Carnien. Es wurde daher auch absichtlich der differenziertere Typus der Silvrettadecke vorangestellt. Die Fazies im Sedimentmantel des Rothornmassives entfernt sich um so mehr von diesem Typus, je weiter wir nach Süden gehen (also in verkehrtem Sinne) und je tiefer wir im Schuppengebäude steigen.

Reine Silvrettafazies besitzt noch die oberste nördlichste Triasschuppe, die zweitoberste Schuppe des Schiesshorns. Sie enthält korallogenen Arlbergkalk in Wechsellagerung mit weissen zuckerkörnigen Dolomiten, ferner eine gut ausgebildete Mittelladinien-Gruppe, überlagert von mächtiger schwarzer Arlbergprimärbreccie.

Die nächsttiefere Schuppe des Schiesshorns enthält Ladinien und unteres Carnien, das erstere schon in rein dolomitischer Ausbildung. Der Arlbergkalk ist durch plattigen, grauen Dolomit ersetzt, der sich aber durch seine korallogene Struktur noch deutlich als stratigraphischen Vertreter des Arlbergkalks verrät. Die Mittelladinien-Gruppe ist nur noch schwierig zu erkennen und die oberladinische Breccie fast völlig durch sterile, graue, gutgebankte Dolomite ersetzt. Dieselben halten in gleicher Ausbildung bis ins untere Carnien an, sowohl die Prosantoschiefer, als die Alteindolomite vertretend. Dies geht nicht nur hervor aus ihrer direkten Überlagerung durch die Bactryllienschiefer, sondern das plötzliche Einsetzen einzelner Lagen schwarzer Dolomitschiefer und Hornsteine über Nestern von Arlbergprimärbreccie lässt uns auch nicht im Zweifel über die Untergrenze des Prosantoniveaus und damit über die Lage der ladinisch-carnischen Grenze im Innern des Dolomitkomplexes. Von Prosantokalkschiefern ist nichts mehr zu finden; hingegen ist die Obergrenze der Alteinschichten noch in typischer Ausbildung, als Wechsellagerung von dünnbankigen Kalken und Bactryllientonen vorzufinden. Höhere Horizonte sind hier nicht vorhanden. (W. L.)

Ebenfalls zum Schuppenmantel des Massives gehören die mittleren Lenzerhornschuppen; sie sind ans Ende der faziellen Entwicklung innerhalb desselben zu stellen.

Die untere Trias ist gegenüber der Landwasserfazies am wenigsten verändert. Auch hier, am Lenzerhorn-Nordwestgrat in mittlerer Höhe, treffen wir über Sandstein und Konglomeraten des unteren und mittleren Werfénien die gelben quarzigen Dolomite der Campilerschichten. Ihre Mächtigkeit beträgt nur wenige Meter.

Es folgen zirka 10 m crinoidenhaltiger, zartblauer bis rötlicher, ± marmorisierter Kalke, in deren unterem Teil eine von Wülsten überzogene, wahrscheinlich lithodendrenhaltige Bank enthalten ist. Das Niveau dürfte den Gracilisschichten entsprechen.

Gegen oben geht es in blaue Knollenkalke über, die wie in der Landwasserfazies von braunen Knollendolomiten überlagert werden. Die Mächtigkeit dieses Schichtgliedes kann Mangels eines ungestörten Profils nicht näher ermittelt werden.

Darüber folgen zirka 20 m gebankte körnige, grau anwitternde, im Bruch dunkle Dolomite voller Kalkspatdrusen und schwarzer Hornsteinknollen. In ihrem mittleren Teil finden wir eine einzelne encrinitenreiche Bank. Sie vertritt mit den folgenden zirka 20 m aschgrauen körnigen Dolomits, welcher den obersten Teil des Anisien bildet und reich ist an kleinen Encriniten, die oberostalpinen Trochitenbänke.

Das nächsthöhere Schichtglied bilden zirka 60—100 m gut gebankte helle Dolomite, welche ihrer Lage nach dem Arlbergkalk entsprechen.

Sie werden gegen oben abgelöst von einem dunklen, massigen, ziemlich grobkörnigen Dolomit, welcher reichlich Diploporen verschiedener Grösse enthält. Dieser Dolomit vertritt offenbar den Arlbergdolomit des Silvrettaladinien. Man bezeichnet ihn hier mit Vorteil als „oberen Arlbergdolomit“, im Gegensatz zu dem liegenden, den Arlbergkalk der Silvrettadecke in dieser Fazies vertretenden plattigen Dolomit, den man dann als „unteren Arlbergdolomit“ benennt. Der „obere Arlbergdolomit“ der mittleren Lenzerhornschuppen stellt durch seinen Diploporenreichtum, der sich bis zur riffartigen Anhäufung steigern kann, einen besonders abweichenden Typus dar. Primärbreccien kommen allerdings auch hier stellenweise darin vor, jedoch nicht in dem Masse wie in der Landwasserfazies. Bemerkenswert ist eine Trochitenbank, welche innerhalb dieses Horizontes auftritt. Sie ist reich an zirka 1 cm dicken Encrinusstielgliedern, ausserdem enthält diese Zone besonders viele Diploporen. Es dürfte sich hier um ein Äquivalent der Mittelladiniengruppe handeln; die Encriniten sind allerdings grösser als sonst in diesem Horizont.

An einigen Stellen enthält der „obere Arlbergdolomit“ Einschaltungen von dünnplattigen bis schiefrigen Bänken, welche an die dolomitischen Prosantoschiefer der Landwasserfazies erinnern. Dies gilt besonders von einem Band im obersten Teil des Dolomits, das denn auch wohl stratigraphisch die genannten Schichten vertritt. Es folgt darüber ein heller Dolomit, der ähnlich dem Alteindolomit reich an Diploporen ist. Auch hier setzt sich die einförmige ladinische Dolomitfazies offenbar bis ins untere Carnien fort; erst das mittlere Carnien trennt sich lithologisch deutlich ab. Es besteht der Hauptsache nach aus hellgelben, dünnbankigen bis schiefrigen Dolomiten, durchzogen von mächtigen Rauchwackebänken, grünem Sandstein und bunten Tonschiefern, deren Aufeinanderfolge im einzelnen wegen der starken tektonischen Verknetung kaum festzustellen ist. Höhere Horizonte als Carnien sind in der Sedimenthülle des Massives nicht vorhanden.

Nach diesen Beobachtungen kann kein Zweifel bestehen, dass sich die Faziesregion des Rothornmassives unmittelbar an diejenige der Silvrettadecke im Landwassergebirge anschliesst und demgemäss auch eine nahe tektonische Beziehung zwischen diesen beiden Einheiten unter Überspringung der Aroser Dolomiten bestehen muss. Es sei übrigens noch darauf hingewiesen, dass auch das bis jetzt wenig untersuchte Kristallin des Massivs durch seinen Reichtum an Amphibolgesteinen einen silvrettahaften Habitus besitzt. (R. B.)

III. Tektonik.

A. Zur Tektonik der tieferen unterostalpinen Decken im Prätigau und Schanfigg mit besonderer Berücksichtigung der Weissfluhgruppe.

1. Der östliche Rhätikon. (J. C.)

Trümpy hat die Sedimente der Falknisteildecke durch das ganze Gebirge bis nach Klosters verfolgen können. Seine Angaben seien hier noch etwas ergänzt und auch einige Beobachtungen aus dem Gebiete der höheren Decken mitgeteilt.

Als konstantester Horizont findet sich von der Scesaplana weg bis an die Garschinafurka oberhalb Partnun fast stets in gleicher Höhe (2100—2300 m) der Falknisgault aufgeschlossen. Stellenweise ist auch eine beinahe vollständige Serie anzutreffen, so am und über dem Felskopf des Kirchli (östlich des Cavelljoches) Falknisjura, Neokom, Tristelbreccie, Gault und Couches rouges, welche Schichten hier mit denen der Sulzfluhteildecke im Hangenden verfaltet wurden. Auch zwischen Partnun und Madrisa sind am Hochstelli im Gafiertal über einer mächtigen Bank von Falknisbreccie dieselben Schichtglieder mit Ausnahme des Couches rouges in einem normalen Porfil aufgeschlossen. Vom Grate zwischen Jägglishorn und Saaser Calanda bis gegen die Alp Albeina lässt sich der Verlauf der Überschiebungsfläche über den basalen Schiefern gut verfolgen. Falknisjurakalk, Neokomkieselkalke und -Sandsteine, Gaultbreccie und -Quarzite bilden hier über den ziemlich abschüssigen Südhängen sich hinziehende Felsbänder.

Die Zone der Sulzfluhkalke ist von Seidlitz ausführlich beschrieben und in Bild und Profil dargestellt worden. Übersehen hat dieser Autor das Vorkommen von unterer und mittlerer Kreide der Sulzfluhserie am Madrisjoch.

Die Aroser Schuppenzone ist auf Schweizerboden, wo sie uns in den letzten Jahren allein zugänglich war, nur von geringer Mächtigkeit. Bei Weberlis Höhle (Plasseggenpass) sind im Gegensatz zu Seidlitz' und in Übereinstimmung mit Tarnuzzers Angaben zwischen Sulzfluhkalk und Silvrettagneis alle Schichtglieder bis auf die Liasstreifenschiefer ausgequetscht. Ein Grund für die Zweiteilung der Aroser Zone in rhätische und Brecciendecke liegt auch im Rhätikon nicht vor.

Seidlitz hat 1906 angenommen, die (ober-)ostalpine Mittagspitzenmulde setze sich in einer Quetschzone unter dem Silvrettakristallin bis an die Madrisa fort, in späteren Publikationen zweifelte er mit Recht an der Gültigkeit seiner Annahme. Alle unter den

Silvrettagneissen liegenden Gesteine lassen sich in die Aroserzonenserie einreihen, allfällig sich vorfindende Granitapophysen nicht ausgenommen.

2. Die Weissfluhgruppe und der NW-Teil des Plessurgebirges: Arosa-Gürgaletsch.

Zwei grosse Deckenantiklinalen von kofferfaltenähnlichem Bau durchziehen, soviel sich aus der Schichtlage der Rahmenelemente schliessen lässt, in westöstlicher Richtung das Bündnerschiefer-Halbfenster. Die eine verläuft parallel der Rhätikonkette von Maienfeld nach Gargellen, ihr stark gewelltes Dach nimmt die ganze Breite der Gebirgskette von der Scheienfluh bis zur Madrisa ein. Die andere Antiklinale zieht sich über die Hochwangkette nach der Weissfluh hin, von wo sie sich, schwach zweigeteilt bis ins Tal von Davos verfolgen lässt. Im Gebiete zwischen Davosersee und Monbiel-Klosters taucht die letztere an einer Stufe stärkeren Gefälls unter das Silvrettakristallin ein, wesshalb denn auch im Weissfluhgebiet ein periklinales Einfallen aller unterostalpinen Komplexe gegen Norden, Ost und Süden und ein bogenförmiges Umschwenken im Streichen derselben zu beobachten ist.

Falknisgestein findet sich am Nordhang des Casanna-Cotschnagebirges nur beim Kalbersäss im Drostobel aufgeschlossen. Vom Seehorn und Schafturm, zwei Felsköpfen zuhinterst im Talgrund des Fondei weg bis an das Stelli bei Langwies nimmt die vollständige Schichtreihe der Falknissedimente beständig an Mächtigkeit zu, um die mehrere 100 m hohe Westwand dieses Gipfels aufzubauen. Bei Küpfen oberhalb Sapün erreicht die hier südfallende Schubfläche der Decke den Talboden. Südlich der Strelapassroute finden sich die östlichsten Aufschlüsse in der Falknisserie unweit Langwies an der Landstrasse nach Arosa (Falknisneokom, Tristelbreccie, Glaukonitkieselkalk des Gault). Die Gesteine der Falknisdecke durchziehen weiter westlich den Fuss des Aroser Weisshorns, wo sie an den Felsköpfen von Capetsch anstehen (Falknisbreccie bis Gault) und von Hoek als Globigerinenschiefer kartiert wurden. Wie im Prätigau so erreichen sie auch im Schanfigg ihre grösste Mächtigkeit im Westen, nämlich in den Ketten des Alpsteins und Gürgaletsch, deren Oberbau ganz aus Falknissedimenten besteht.

Die Sulzfluhdecke erreicht am Schliffitschuggen (P. 1273) bei Klosters-Dörfli den Talboden des Schlappins und einige 100 m weiter südlich denjenigen des Prätigaus. Jenseits des Tales stossen wir westlich Selfranga am Mariastein wieder auf deren Schichtglieder.

Unter dem Bergsturz des Cotschna-Nordhanges streichen dieselben dann ins Drostobel durch. An der Zähnjefluh erreichen sie wieder eine Mächtigkeit von etwa 150 m, von Eggen (bei Sapün) weg bis auf die Alp Wolfsboden bei Molinis lässt sich die weissblaue Wand des Pretsch- oder Sulzfluhkalkes ununterbrochen durch den Wald verfolgen.

Die Aroser Schuppenzone studiert man am besten von Sapün-Langwies aus in der Richtung gegen Klosters. Durch die ungeheure Serpentinmasse der Totalp wird dieselbe in einen höheren (Casanna-) und einen tieferen (Cotschna-Weissfluh-) Schuppenkomplex geschieden. Die Grüngesteine selbst sind absolut nicht einer bestimmten Decke zuzuweisen, wenn schon sich ihr Vorkommen örtlich auf eine bestimmte tektonische Zone beschränkt. Unweit westlich der Schwärzi (an der Weissfluh) setzt ein mächtiger Serpentingang senkrecht durch die Gesteine der Sulzfluhteildecke, diese kontaktmetamorph umwandelnd.

Unter steilem Winkel steigen die Gesteinsmassen des unteren Schuppenkomplexes am Haupterhorn bei Sapün nordwärts an, um durch einen langen Grat in die Weissfluh überzusetzen, deren Dach aus Hauptdolomit, dem mächtigsten wandbildenden Gestein der Zone besteht. Vom Haupterhorn bis gegen die Parsennfurka hin wird dieser Dolomit von jüngeren Breccien und Sandsteinen (in verkehrter Lagerung) unterteuft. Gegen P. 2363 westlich der Furka dünnen alle diese Horizonte wie auch der Totalpserpentin im Hangenden rasch aus. Sie entfliehen nach Norden hin unter Moränen- und Gehängeschutt der Beobachtung, von den höheren Casannaschuppen überlagert, um in der Cotschna gegen Klosters hin wieder zum Vorschein zu kommen. Weit besser als in der Alp Casanna lässt sich die Identität von Weissfluh und Cotschnaschuppen durch die Feststellung eines aus dem Haupttertäli zur Parsennfurka und von dort bis auf die Cotschna sich hinziehenden Radiolaritzuges beweisen.

Auf der Davoserseite des Gebirges verhüllt der Totalpserpentin die ostwärts zur Tiefe sinkenden unterostalpinen Komplexe, mit den Hornsteinen und Aptychenkalken im Liegenden stets in primärem Kontakt stehend. Am Schwarzhorn, das bis in halbe Gipfelhöhe aus mit Sedimentärmaterial durchtränktem, rot gefärbtem Ophiolithgestein aufgebaut ist, in den höheren Partien aus dunkelgrünem Serpentin besteht, erreicht das Totalpgestein die maximale Mächtigkeit von ungefähr 300 m. Am Cotschnagrat und auf der östlichen Talseite bei Selfranga (Klosters) beträgt dieselbe nur noch etwa 10 m. Als Klippe schwimmt die Casanna mit ihren wildromantisch zerklüfteten

Felsenmauern auf ihrer Serpentinunterlage und wo dieselbe ausgequetscht ist, auf den Cotschna-Weissfluhschuppen. In seinen unteren Teilen wird der Gebirgsstock durch eine Anzahl kleinere auf kaum 1 km verfolgbare Gleitbretter aufgebaut (Grünhorn P. 2525). Diese werden überlagert durch die mächtigen hellgefärbten Hauptdolomite und Liaskalke und die zugehörigen Reste von Kristallin, Verrucano usw. des Casannagipfels.

Sämtliche tieferen unterostalpinen Einheiten streichen W-E, die Schichten der Casannaschuppen aber SW-NE, was sich nur dadurch erklären lässt, dass dieser Schichtkomplex durch nachträgliche SE-NW gerichtete Bewegungen des „traîneau écraseur“ auf seiner starren Serpentinunterlage um etwa 30° aus der ursprünglichen Streichrichtung herausgedreht oder umgefaltet wurde.

Im Süden der Totalp ruht dem basischen Eruptivum eine mächtige Lage von pegmatitdurchsetzten Casanaschiefern und Injektionsgneissen sowie wenig mächtigem Ganggranit auf, die ihrerseits wieder unter den Dolomitstock des Schiahorns einschiesst. Dieses Kristallin wird am Schafläger durch ein schmales Band sedimentärer Gesteine zweigeteilt, welches wir als tektonisches Äquivalent der höchsten Casannaschuppen anzusehen gezwungen sind (s. Profil 1, Tafel IX). Diese geringmächtige Quetschzone streicht über den Dorfberg an den Davosersee hinüber, an dessen Ufer ihre Schichten unweit Stilli nordwärts ansteigen, um gegen die Mündung des Drusatschabaches wieder unter den Wasserspiegel einzutauchen, so in ihrem Verlauf die Projektion der Giebelfläche der Weissfluhkulmination auf den Osthang des Davosertales darstellend. Von hier weg lassen sich die Casannagesteine, zwischen unter- und oberostalpines Kristallin eingelagert, an den Eingang ins Mönchalptal und weiterhin bis ins Kinntobel bei Aeuja (Klosters) verfolgen. Auf der Nordseite des Landquarttales verläuft diese Zone vom Fraschmardintobel über die Cunnrüfe gegen die Madrisa zu.

Zwischen Langwies-Arosa und Parpan erreicht die Aroserzone ihre grösste Verbreitung und Mächtigkeit. Der Grad der Verschuppung ist hier ein solcher, dass mit Recht von „Aufbruch“ gesprochen werden kann. Hoek hat denn auch in dieser Region ganze Berge (Brüggerhorn, Plattenhörner) als Quetschzonen kartiert. Vom Aroser Weisshorn bis unter das Lenzerhorn liegen die Schuppen dachziegelig aufeinander, alle nach Süden und Osten einfallend. Das Aroser Weisshorn entspricht tektonisch der Weissfluh, und die basischen Eruptiva am Hörnli bei Arosa ungefähr dem Totalpserpentin. (J. C.)

Die Parpaner Weisshorn-Tschirpenkette, das „Parpaner Zwischenstück“ Hoeks, ist aus faziellen Gründen (reduz. Trias etc.) ebenfalls noch der Aroser Schuppenzone zuzurechnen. Ihre Fazies entspricht derjenigen der Casannaschuppen und des Sedimentzuges am Schafläger, welche ihr wohl auch tektonisch äquivalent sind. Wie die Casannaschuppen im NE so bildet die Tschirpenkette im SW das höchste Element der Aroser Schuppenzone. Im Gegensatz zu den tieferen Schuppen ist dasselbe völlig serpentinfrei. Die Tschirpenkette wird aus mehreren Schuppen aufgebaut.

Die höchste derselben und damit die ganze Aroser Schuppenzone wird auf „Gredigs Älpli“ und am Pässchen P. 2622 gegen oben begrenzt von der Auflagerungsfläche des Rothornkristallinen, analog wie im NE das Sedimentband des Schaflägers überlagert wird vom Kristallinen an der Basis des Schiahorns. Spitz und Dyhrenfurth betrachteten denn auch (1913) diese beiden Kristallinzüge als tektonische Äquivalente. S des erwähnten Pässchens verschwinden die Weisshorn-Tschirpenschuppen unter den Schutthalden des Parpaner Rothorns, erscheinen aber nach einem Unterbruch von 2 km wieder in der Wand des Foil Cotschen. Als „untere Lenzerhornschuppen“ setzen sie sich in der Form eines reduzierten Paketes rasch wechselnder Schuppen von Hauptdolomit, Rhät und Lias durch den „Crons“ genannten Hang unter der Lenzerhornwand nach S fort und lassen sich, stets von einem keilartigen Ausläufer des Rothornkristallinen bedeckt, weiter verfolgen bis gegen die Bova pintga, wo sie endlich zwischen den liegenden Bündnerschiefern und den „mittleren Lenzerhornschuppen“ auskeilen.

Auch von den tieferen Schuppen der Aroser Schuppenzone finden sich unter dem Lenzerhorn noch Überreste in einer komplizierten Masse von Serpentin, Ophicalcit und kontakt-metamorphem Aptychenkalk oberhalb Cresta Stgoira. (R. B.)

3. Die tieferen unterostalpinen Decken des Plessurgebirges im Unterengadiner Fenster. (J. C.)

In kaum 17 km Entfernung von Monbiel bei Klosters, wo die tektonisch stark reduzierten Casannaschuppen unter die oberostalpinen Gneise eintauchen, treten unterostalpine Deckenelemente im Val Tuoi bei Guarda und weiter östlich in der Val Tasna und Val Fenga bei Ardez wieder zutage. Die penninischen Schistes lustrés des Unterengadiner Fensters zeigen vielerorts grosse Übereinstimmung mit denen des Prätigaus, nur ein Äquivalent der „bunten Schiefer“ kennen wir westlich der Silvretta noch nicht. Der Aufstieg vom Lai Minschun über P. 2848 auf den Gipfel des Piz Minschun führt über eine vollständige Schichtreihe der Falknis-Sulzfluhdecke. Es stehen an:

1. Auf Tasnakristallin (-Granit, Quarzporphyr, kristalline Schiefer etc.) mit polygener Breccie transgredierende Tristelschichten = Minschunbreccie Paulckes!
2. Gaultsandsteine, -Kieselkalke und -Quarzite (typisch).
3. Couches rouges, gespickt voll Foraminiferen.
4. Flysch? am Gipfel selbst.

Andernorts sind jurassische und triasische Sedimente von der Transgression verschont geblieben, so am Schloss Steinsberg. Dort stehen über Tasnagranit an:

1. Die zu demselben gehörigen Quarzporphyre und seine Schieferhülle (siehe Grubenmann und Tarnuzzer 1911).
2. (Haupt)-Dolomit.
3. Polygene Liasbreccie mit reichlichen kristallinen Komponenten.
4. Liasbreccie mit sedimentären Klastika und Spatkalk.

Paulcke hat die Kreidegesteine des Piz Minschun seiner Bündnerdecke zugerechnet und dieselbe mit dem Niesenflysch parallelisiert. Es geht dies nicht an; die basalen Schiefer sind penninisch, die Falknis-Sulzfluhgesteine unterostalpin, also einer anderen höheren Einheit zugehörig. Auch über die Aroser Zone im Unterengadin auf Grund eigener Beobachtungen Angaben zu machen, ist uns noch nicht möglich. Aus den Beschreibungen Paulckes und Hammers ergibt sich indessen unzweideutig, dass Kristallin, Verrucano, Rauchwacke, Gips und auch jüngere Felsarten der Zone dort auftreten. W. Hammer hat 1915 (J. k. k. R.) eine ausführliche Publikation über die Bündnerschiefer im Nordteil des Fensters veröffentlicht. Seine Bündnerkreide, die er längs des ganzen Fensterrandes verfolgte, ist wohl zum Teil der Falknis-Sulzfluhserie zuzuweisen, die linsenförmigen Dolomitvorkommnisse über und in den „Schiefern“ (Frudigerkopf, Urgeneberbach, Malfragkamm u. a. O.) der Aroser Schuppenzone. Durch den „traîneau écraseur“ ausgewalzt und in ungezählte Schollen aufgelöst, schwimmen die Reste der Aroser Schuppenzone im Bündnerschiefermeer obenauf, hie und da auch in die Schiefer eingespiesst und durch dieselben eingehüllt: Zeugen der kolossalen Überschiebungen, die auch in dieser Gegend unserer Alpen stattfanden.

4. Versuch einer Parallelisation der tieferen unterostalpinen Decken des Plessurgebirges mit südbündnerischen und westschweizerischen Einheiten. (J. C.)

Jede Parallelisation tektonischer Elemente auf grössere Entfernungen hin wird erschwert und bis zu einem gewissen Grade illusorisch gemacht durch den schon in der Anlage unregelmässigen Bau und Verlauf der übereinanderliegenden Deckfalten, wie auch durch die mächtige Wirkung der Erosion, welche die höheren Schubmassen besonders über den zentralalpinen Massiven und den Tessiner Gneis- und Schieferdecken abgetragen und die Zusammenhänge zerstört hat.

Um die sich ihrer räumlichen Lage nach entsprechenden Punkte und Partien des Deckengebäudes ausfindig zu machen, sind wir vor allem auf das Studium der Tektonik angewiesen. Stratigraphische Ergebnisse können dem Geologen hiebei nur als Mittel zum Zweck dienen, dies schon allein auf Grund der Tatsache, dass Faziesisopen und Streichrichtung der Deckfaltenaxen sich unter grossem Winkel schneiden können.

Steinmann hat 1905 die Decken der Bündner Aufbruchzone mit denen der westschweizerischen Klippenregion in Parallele gesetzt. Die Falknisgesteine entsprachen nach ihm denen der Zoophykusdoggerzone der Préalpes-médianes-Decke, die Riffkalke der Sulzfluh mit den zugehörigen Couches rouges der Mytilusdoggerzone. Ferner glaubte Steinmann über der Klippendecke im Prätigau und Schanfigg die Nappe de la Brèche, in den Freiburger und Berner Alpen seine rhätische Decke gefunden zu haben, womit also die Zusammenhänge über die helvetischen Gebirge weg endlich klargestellt schienen. 1910 setzte Paulcke die Unterengadiner Bündnerschiefer dem Niesenflysch gleich, welche Annahme jedoch nur für die penninischen Schistes lustrés des Fensters zu Recht bestehen kann.

In den letzten Jahren erschienen die grosszügigen Arbeiten von R. Staub. Dieser Autor geht bei der Vergleichung unterostalpiner bündnerischer mit westschweizerischen Einheiten von der Annahme aus, dass die Brecciendecke nördlich und nicht südlich der Préalpes médianes einzuwurzeln. d. h. als eine die Préalpes „einwickelnde", ursprünglich tiefere Decke aufzufassen sei. Diese von Lugeon und Jeannet geäusserte Idee stützt sich in der Hauptsache auf Erwägungen, die sich aus faziellen Befunden dieser Forscher ergeben (Kreide, Rhät). Da aber die Tektonik die Annahme obgenannter Geologen nicht bestätigt — die Brèche du Chablais unterteuft die Klippendeckengesteine nirgends, überall wo solche vorhanden sind, überlagert sie dieselben — können wir die Notwendigkeit dieser Umkrempelung der Einheiten nicht einsehen. Es stellt sich uns aber in diesem Falle die Frage, ob auch die Stratigraphie eine Parallelisierung der Breccien- und rhätischen Decke der Voralpen mit höheren

Decken im Plessurgebirge rechtfertige. Tatsächlich zeigt die Schichtreihe der Brecciendecke eine viel grössere Ähnlichkeit mit derjenigen der Aroser Schuppenzone als mit der Falknisdecke; Verrucano, Buntsandsteinquarzit, Rauchwacke, Gips, Triasdolomit und Rhätkalk sind gemeinsame Schichtglieder der beiden Schubmassen. Der Brèche inférieure entsprechen die tieferen, älteren Breccienlagen der Weissfluh, den Schistes ardoisiers die oft radiolarienführenden Aptychenschiefer, der Brèche supérieure die bei Wallbrunnen den Schiefern und Kalken aufgelagerte jüngere, polygene Breccie. Wir finden aber auch sämtliche Horizonte der Nappe rhétique in den höheren Weissfluh- und Casannaschuppen wieder; Dogger ist dort zwar nicht nachgewiesen, Aptychenkalk und Radiolarit sowie Couches rouges sind im Westen wie im Osten vorhanden, basische Eruptiva kommen hier wie dort in Vergesellschaftung mit obgenannten Schichtgliedern vor. Unwillkürlich drängt sich uns die Vermutung auf, ob nicht Breccien- und rhätische Gesteine der Westalpen zweierlei Faziestypen verschiedener Teildecken ein und derselben tektonischen Einheit repräsentieren. Ihrer Ausbildung nach könnte die Serie der Nappe rhétique zwar auch als oberostalpin angesehen werden.

Die im Gebiete des Prätigauer Fensters gewonnenen neuen Resultate nötigen uns auch zu einer etwas veränderten Auffassung der Zusammenhänge von Nord- nach Mittelbünden. Die Parallelisation der unterostalpinen Decken dieser Gebiete wird erschwert durch die vollständige Zerstörung der tektonischen Zusammenhänge zwischen Nord und Süd durch spätere Abscherungen en bloc; hier ist ganz besonders auf die schon oben gemachten allgemeinen Vorbehalte Rücksicht zu nehmen. Wenn wir mit R. Staub annehmen, dass südlich des Aela die stirnwärtigen Partien der tieferen unterostalpinen Decken von den wurzelwärts gelegenen durch die hangenden Decken abgeschert und als totes Paket nach Norden verfrachtet wurden, ist es einerseits richtig, dass wir bei der Abrollung des Faziesprofiles die amputierten Deckenglieder unmittelbar mit den Schubmassen des Val Tschita- und Val Lunga-Gebietes zusammenhängen und im Plessur- und Errgebirge identisch ausgebildete Gesteinshorizonte im rekonstruierten Ablagerungsraum in unmittelbaren Zusammenhang bringen müssen. Wir gelangen auf diese Weise wohl zu einem lückenlosen Faziesprofil, dass aber die so erhaltenen Nord- und Südbünden verbindenden faziellen Einheiten auch mechanische Einheiten waren, ist noch nicht bewiesen. Es ist dies nur unter der Voraussetzung richtig, dass die embryonalen Diskontinuitätsflächen, welche den ursprünglichen Sedimentationsraum in einzelne später zu Decken sich auswachsende mechanische Einheiten segmentierten, ziemlich steil und im Plan zur nachmaligen Schubrichtung senkrecht standen. Nehmen wir aber an, dass diese primären Deckentrennungsflächen die Erdrinde unter sehr flachem Winkel durchschnitten hätten, oder dass sich solche schiefe Abtrennungen im ursprünglichen Ablagerungsraum auch quer zum späteren Streichen der Decke vollzogen hätten (dies ist besonders in Regionen nicht ausgeschlossen, wo sich zwei Deckenbogen kreuzen), so ist es sehr wohl möglich, dass die zum wurzelwärtigen Kristallin einer Decke gehörenden Sedimente sich später weiter nördlich oder westlich in der Stirnregion einer höheren Decke vorfinden. Wenn die später von der Köpfung durch die „Campo- und Silvrettaphase“ betroffenen tieferen unterostalpinen Decken nach einem solchen System gebaut waren, wie schwierig muss es dann heute sein, mit faziellen Argumenten die einstigen mechanischen Zusammenhänge zwischen den Einheiten in Nord- und Südbünden zu rekonstruieren.

Versuchen wir nun immerhin, wie dies bisher geschehen, auf Grund der Fazieszusammenhänge dennoch eine Parallelisation zwischen Nord- und Südbünden vorzunehmen, so kommen wir zu folgenden Annahmen, welche wir ausdrücklich als vorläufige bezeichnen. Nehmen wir an, dass Falknis- und Sulzfluhteildecke derselben Stammdecke angehören, so kommt als solche nur die Albula-Errdecke des Oberhalbsteins in Betracht. Schon weil die Trennung dieser letzteren von der Berninadecke sich bis in die Wurzelregion verfolgen lässt, können wir die Sulzfluh- nicht der Berninadecke gleichstellen. Ausserdem sind Tasna-, Falknisbreccien- und Sulzfluhgranit mit den Tiefengesteinen des Albula- und Errgebietes identisch. Wie später weiter ausgeführt wird, sind die Aroser den Unterengadiner Dolomiten und der Aeladecke Zyndels tektonisch äquivalent, welche Komplexe von Staub als zum Gneiskern der Campodecke gehörig betrachtet werden. Zur Parallelisation der Aroser Schuppenzone mit Einheiten des Berninagebietes bleiben uns zwischen Campo- und Err-Selladecke die Bernina- und Languarddecke übrig, welche sowohl unter sich als auch mit der Aroserzone grosse stratigraphische Übereinstimmung aufweisen. Paragneise, Gips und Rauchwacke, Hauptdolomit, Rhät und Liasschiefer der Bernina- und Languarddecke sind von den gleichnamigen Gesteinen der Aroserzone nicht zu unterscheiden. Zum Schlusse sei das oben Mitgeteilte in einer kleinen Tabelle zusammengestellt, weitere Ausführungen sind im Rahmen dieser vorläufigen Mitteilung nicht möglich.

Es entsprechen sich also folgende Einheiten der schweizerischen West- und Ostalpen:

Préalpes médianes = Falknis-Sulzfluhdecke = Albula-Errdecke
(Klippendecke)
Nappe de la Brèche, Nappe rhétique = Aroser Schuppenzone = vereinigte Bernina-Languarddecke
Aroser Dolomiten = Untereng. Dolomiten
= Aeladecke
= Campodecke (Staub)

B. Zur Tektonik der höheren unterostalpinen Decken und der Silvrettadecke im Plessur- und Albulagebirge.

5. Das Rothornmassiv und sein Sedimentmantel.

(Lenzerhorn, Schiesshorn.) Vgl. Tafel VIII.

Die zusammenhängende Hauptmasse des kristallinen Massivs der beiden Rothörner, des Aroser und des Parpaner Rothorns, zeigt im Plan ungefähr die Form eines rechtwinkligen Dreieckes mit einer SW-NE laufenden Hypothenuse Alp Sanaspans—Aelplisee, einer E-W laufenden Kathete Aelplisee—Gredigs Aelpli und einer N-S gerichteten Kathete Gredigs Aelpli—Alp Sansaspans. Nun wird das Massiv, wie bekannt, längs den beiden Katheten von der Aroser Schuppenzone unterlagert. Dieses zweiseitige Schwimmen auf sedimentärer Unterlage suchten Spitz und Dyhrenfurth seinerzeit durch Annahme eines ihrer „rhätischen Bogen", d. h. dadurch zu erklären, dass die unterlagernde „Sedimentmulde" der Parpaner Weisshorn-Tschirpenschuppen längs der nördlichen Kathete E-W streichen, dann um den rechten Winkel des Massives einen Bogen beschreiben und längs der westlichen Kathete N-S bis SE streichen sollte. Gegen E sollte sich das Massiv in der Tiefe mit anderen kristallinen Massen in Verbindung setzen. Nun ist aber das N-S-Streichen der Schichten längs der W-Kathete nur eine Folge des starken östlichen Axengefälles und das Streichen der Verfaltungen des Massives mit seinem Sedimentmantel, wie unten gezeigt wird, E-W gerichtet. Eine Verbindung des Massives mit anderen tektonischen Einheiten kann daher nicht gegen E in der Tiefe, sondern nur quer zu diesem Streichen, gegen S oder gegen N, gesucht werden.

Betrachten wir nun die Verhältnisse im Süden des Massivs, am Lenzerhorn. Der zusammenhängenden kristallinen Masse der Nordhänge des Kars von Alp Sanaspans steht südlich unmittelbar gegenüber der NW-Grat des Lenzerhorns mit seiner nur von wenigen kristallinen Keilen durchzogenen Sedimentmasse. Das prächtige Profil dieses Grates, eines der aufschlussreichsten des ganzen Plessurgebirges zeigt von oben nach unten folgende Schichtreihe (vgl. Prof. 3, Tafel IX):

2800--2911 m . . .	Muschelkalk	Serie 4 verkehrte Lenzerhorngipfelschuppe = verkehrter Schenkel der Silvrettadecke.
	Arlbergkalk	
	Arlbergdolomit	
2720 m	Carnien	
	Rhät-Liasschiefer und Kalke (stellenweise Hauptdolomitlinsen)	Serie 3 Rhät-Liaszone des Lenzerhorns = Decke der Aroser Dolomiten.
2630 m		
	Verrucanomylonit	Serie 2 Mittlere Lenzerhornschuppen = Sedimente des Rothornmassivs.
	Unteres Carnien (Alteindolomit, Prosantoschichten)	
	Arlbergdolomit	
	Muschelkalk	
	Buntsandstein	
2250 m	Kristallin	
	Buntsandstein	
	Arlbergdolomit	
	(Carnien ?)	
	Arlbergdolomit	
	Carnien	
	Arlbergdolomit	
2050 m	Kristallin	
	Liasschiefer	Serie 1 Untere Lenzerhornschuppen = Parpaner Weisshorn-Tschirpenschuppen = Aroser Schuppenzone.
	Liaskalk	
	Liasschiefer	
	Liaskalk	
2000 m	Rhät	
1750 m	Hauptdolomit etc.	
	Bündnerschiefer (Flysch)	
		(R. B.)

Die Trias der Serie 2 wird demnach vom Hangenden und Liegenden durch zwei kristalline Keile getrennt, ausserdem durch einen dritten solchen entzweigespalten. Wie nun diese kristallinen Keile mit dem nördlich vorgelagerten Rumpf des Massives zusammenhängen und wie sich die zwischenliegenden Triasschuppen weiter gegen N verhalten, darüber gibt uns der mittlere der drei Keile und seine normal auflagernde Trias deutlichen Aufschluss. Der Keil überschreitet gegen Norden das „Val“ in der südlichen Umrahmung des Sanaspanskessels, durchzieht den Fuss der Karstufe unter P. 2395 und vereinigt sich mit dem Kristallin am Fusse des Piz Miez. Auch der auflagernde Buntsandstein, Muschelkalk und Arlbergdolomit setzt sich über das „Val“ fort und bildet den oberen Teil der Karstufe. Gegen den Fuss des Piz Miez zu beginnen nun die Sedimente sich aufzubiegen und legen sich als verkehrte Serie mit Kristallin als Hangendem über die normale Serie gegen Süden zurück. Resultat: Der mittlere kristalline Keil verbindet sich gegen Norden mit dem Massivrumpf und die auflagernde Trias endigt als eine nordschauende Biegung mit jüngstem als Kern, d. h. als eine „falsche Antiklinale“ zwischen dem mittleren Keil unten und einem Kristallinen, welches sich wieder gegen S wendet und in den obersten Keil fortsetzt. Das Streichen der Biegung ist W10°N bei ca. 20° Axengefälle gegen E!

Ein ähnliches Verhältnis muss auch für die untere Triasschuppe und den untersten kristallinen Keil angenommen werden. Die kristallinen Keile des Lenzerhorn-NW-Grates sind tektonische Apophysen, „falsche Synklinalen“, welche der Massivrumpf gegen S in seine Sedimenthülle ausstreckt (s. Prof. 3).

Ob nun das Massiv durch eine dieser Apophysen mit anderen kristallinen Massen zusammenhängt, lässt sich nicht entscheiden. Alle drei kristallinen Keile endigen noch in der Wand des Lenzerhorns spitz gegen S. Der oberste ist am weitesten zu verfolgen; als dünnes Band von Verrucano erstreckt er sich bis gegen Pigni. Der mittlere Keil ist zwar der dickste, aber der kürzeste; in seiner südlichen Verlängerung senkt sich seine Arlbergkalkhülle in der Bova gronda als „falsche Synklinale“ gegen S in die carnischen Schiefer- und Rauchwackemassen ein. Durch keinen der drei Keile findet demnach das Massiv gegen S einen unmittelbaren Zusammenhang mit anderen kristallinen Massen. Ebenso stossen die zwischengelagerten Schuppen seiner Sedimenthülle über Brienz diskordant gegen den basalen Flysch ab und finden keine südliche Fortsetzung. Spitz (1913) liess im Gegensatz zu diesen Beobachtungen die kristallinen Keile nach unten anschwellen und gegen oben antiklinal schliessen. In Wirklichkeit stecken aber die kristallinen Keile nicht als normale Gewölbe im Sediment, sondern das Sediment in falschen Gewölben eingeschlossen im Kristallinen. (R. B.)

Auch im Norden ist das Massiv von zugehörigen Triasschuppen umgeben. Während es am Erzhorn, Aroser Rothorn, Piz Miez und Lenzerhorn direkt von der Obertrias- und Liaszone überfahren wird, welche nicht zum Massiv, sondern zur „Decke der Aroser Dolomiten“ gehört, beginnt sich am Nordende des Massives im Aelpli in mehreren Schuppen zum Massiv gehörige Untertrias einzuschalten. Das Kristallin endet an der Westseite des Schafrückens spitz gegen N; seine Sedimente aber sind von der Decke der Aroser Dolomiten noch weiter gegen N vorgeschleppt worden. Mindestens zwei zum Massiv gehörige Sedimentschuppen ziehen sich mit W-E-Streichen vom Aelpli über den Schafrücken und die Leidfluh bis in den Schiesshorngipfel, wo sie ebenfalls spitz gegen N auskeilen. (Vgl. Profil 2.) (W. L.)

Resultat: Auch im Norden findet das Massiv keinen direkten Zusammenhang mit anderem Kristallinem. Derselbe tektonische Raum zwischen Aroser Dolomiten und Aroser Schuppenzone, welchen das Kristallin im mittleren Streifen eines N-S laufenden Querprofiles einnimmt, erfüllt nördlich und südlich sein verschuppter Triasmantel, mit welchem es, selbst mitverschuppt, durch dünne tektonische Apophysen verzahnt erscheint. Massiv und Triasmantel zusammen keilen nach N und S zwischen den liegenden und hangenden Einheiten aus: sie bilden zusammen eine Linse grossen Stils. Woher stammt nun dieselbe, mit welcher Decke ist sie zu verbinden? Bevor wir diese Frage diskutieren, müssen wir noch die hangenden Einheiten kennen lernen.

6. Die Decke der Aroser Dolomiten. (Vgl. Tafel VIII.)

Rothpletz betrachtete (1900) das Schiesshorn bei Arosa als eine normale Serie von permischem Rötidolomit und transgredierender Trias mit Kössenerschichten als Oberstem. Er erkannte sowohl die auffallende diskordante Auflagerung der Kalke am Schiesshorngipfel als auch ihr ungefähres Alter.

Hoek beschrieb (1903 und 1906) die Erzhornkette als eine wenig auf das Rothornkristallin überschobene Antiklinale, die Schiesshorn-Schiahornkette als den verkehrten Mittelschenkel seiner Strela-Amselfluhfalte.

Mit Rothpletz betrachteten auch Zyndel (1912) und Spitz (1913) die Aroser Dolomiten als normale Serien und tiefere Schuppen der Silvrettadecke, auf welche die Amselfluh-Lenzerhornkette überschoben sei.

Wir haben schon im stratigraphischen Teil die nahe Verwandtschaft des Fazies der Aroser Dolomiten mit derjenigen der Unterengadiner Dolomiten hervorgehoben. Wir können auf Grund dieser auffallenden Ähnlichkeit auch eine nähere tektonische Beziehung zwischen diesen beiden Einheiten vermuten. Unsere tektonischen Beobachtungen bestätigen diese Annahme. Die Aroser Dolomiten werden gegen unten begrenzt: Im SW vom Rothornmassiv, im NE von dem Zug kristalliner Gesteine Mädrigen-Davos-Dorf, der sich von der Basis der Thiejerfluh unter der Mädriger- und Küpfenfluh und dem Schiahorn hindurch verfolgen lässt bis an den Davosersee, hier unterlagert von dem eng gepressten Triasband des Schaflägers. Gegen oben wird der Zug der Aroser Dolomiten begrenzt: Im S von der verkehrten Lenzerhorngipfelschuppe, dann von dem Zug alter Gesteine, welcher sich vom Piz Musch über Sand- und Kummerhubel ebenfalls verfolgen lässt bis an den Davosersee; auf der Strecke Frauenkirch-Davosersee steht letzterer in breitem Zusammenhang mit der kristallinen Masse der Silvretta. Was zwischen diesen beiden kristallinen Zonen eingelagert erscheint, ist unsere tektonische Einheit der Aroser Dolomiten. Ihre Trias lässt sich nach Norden verfolgen bis in die Westwand des Seehorns, wo wir sie mit einer gegen N geschlossenen Biegung endigen und das hangende Kristallin von Frauenkirch um die Trias herum sich mit dem liegenden Kristallin von Mädrigen vereinigen sehen. Die schon von Theobald (1864) beschriebene „Triasmulde" des Seehorns (s. Profil 3 in Tafel IX) ist eine vom Kristallin umschlossene Stirn- und Einwicklungsantiklinale, wiederum ein Triastunnel im Kristallinen, wie derjenige der Alp Sanaspans. Das Streichen der Falte ist E (etwas ESE), und sie taucht mit zirka 20° in den vom Kristallin geformten Einwicklungstunnel ein. Verfolgen wir dieses Streichen etwa 35 km gegen E, so gelangen wir in die Nordabstürze der Unterengadiner Dolomiten, in die Stirnfalte des Piz Pizoc, und wir zögern nicht, diese Falte für ein annäherndes tektonisches Aequivalent der Falte im Seehorn zu betrachten und damit auch die tektonische Identität der Aroser Dolomiten mit den Unterengadiner Dolomiten zu postulieren. Längs der Schiahorn-Schiesshorn- und Erzhorn-Lenzerhornkette taucht die Decke der Aroser Dolomiten mit östlichem Axengefälle unter die Silvrettadecke ein, um nach einem unterirdischen Verlauf von im Minimum 23 km (zwischen Davos und Zernez) als Decke der Unterengadiner Dolomiten gegen E wieder emporzutauchen. Das Kristallin von Mädrigen ist unter die Decke der Aroser Dolomiten eingewickeltes Silvrettakristallin, entsprechend dem Gneis an der Basis des Piz Pizoc, dem „oberen Gneisszug" Theobalds. Die wahre Überschiebungsfläche der Silvrettadecke im Plessurgebirge aber liegt an der Basis des Kristallin-Permzuges Frauenkirch-Piz Musch und der verkehrten Lenzerhorngipfelschuppe. Gehen wir, uns immer unter dieser Fläche haltend, längs den Aroser Dolomiten nach Süden, so können wir als deren oberstes Element eine ununterbrochene Platte von Hauptdolomit, norisch-rhätischem Grenzniveau und stellenweise auch Rhätkalk- und Schiefer von Davos bis zum Erzhorn verfolgen. Sie bildet die Gipfelplatte aller nördlichen Aroser Dolomiten und steht als „Oberbau" in auffälliger Diskordanz zu ihrem „Unterbau", welcher hauptsächlich aus Ladinien bestehen dürfte. Es ist dies die Diskordanz zwischen Rötidolomit und Trias mit auflagernden Kössenerschichten, welche

Rothpletz vom Schiesshorn beschrieb; auch am Furkahorn ist sie ausgezeichnet zu beobachten. (Vgl. Profil 2.) (W. L.)

In die Fortsetzung des „Oberbaus“ der Aroser Dolomiten gehören die imposanten Platten von norisch-rhätischem Grenzniveau, mit welchen das Erzhorn ins Welschtobel abfällt. Am Aroser Rothorn werden dieselben von anderen, tieferen Hauptdolomit- und Rhät-Liasschuppen abgelöst, welche sich in die Rhät-Liaszone des Lenzerhorns fortsetzen. Nachdem der Hauptdolomit im Piz Miez noch einmal bedeutende Mächtigkeit erlangt hat, ist er durch das ganze Lenzerhorn auf einzelne, kleine Linsen an der Unterfläche der nun nur noch aus den schwarzen Rhät-Liasschiefern und -Kalken bestehenden Zone reduziert. In ihre Fortsetzung muss man jedenfalls den Dolomitklotz stellen, welcher die Ruine Belfort bei Surava trägt. Südlich des Albulatales setzt sich dieser in die Dolomitwand unter Aclas da Surava fort, die Zyndel in seinen Profilentwürfen durch die Aelagruppe mit dem Hauptdolomit der Aeladecke zusammenhängt. Es wird in diesem Falle der Hauptdolomit der Aroser Dolomiten die nördliche Fortsetzung des Aelahauptdolomits und, da die Aeladecke die SW-Fortsetzung der Unterengadiner Dolomiten ist, gelangen wir auch auf diesem Wege zur Aufstellung der Identität der Aroser und Unterengadiner Dolomiten. (R. B.)

Dass diese Identität in der Natur nicht deutlicher zum Ausdruck kommt, beruht auf verschiedenen Ursachen. Einmal befindet sich die kritische Verbindungsstelle zwischen den Aroser Dolomiten und der Aeladecke im Grunde der „Suraver Deckenmulde“, wo infolge der extremen Reduktion aller Elemente das Carnien der Silvrettadecke beinahe die Bündnerschiefer berührt. Anderenteils täuscht das orographische Streichen der Kette der Aroser Dolomiten ein silvrettahaftes Streichen vor. Dieser Verlauf wird aber einzig bewirkt durch den Erosionsrand der auflagernden Silvrettateile; wie in den tieferen unterostalpinen Elementen, so ist auch innerhalb der Decke der Aroser Dolomiten das Axenstreichen W-E bis SE, wie die Stirnfalte am Davosersee und die Falten in der Rhät-Liaszone am Lenzerhorn und Piz Naira zeigen.

Endlich ist die Überlagerung der Unterengadiner Dolomiten durch die Silvrettadecke nicht ohne weiteres erkennbar. Diese Auffassung wurde denn auch von Spitz und Dyhrenfurth (1915) scharf bekämpft, besonders mit dem Argument, dass eine flache Überlagerung der Unterengadiner Dolomiten durch das Silvrettakristallin längs der ganzen „nordwestlichen Randlinie“ nicht beobachtet werden könne. Nun ist aber diese Linie, wie schon Trümpy annahm, ebenso gut ein Einwicklungskontakt wie die „Albulalinie"; sie darf daher sehr wohl steil, ja überkippt stehen.

Mit der Verlängerung der Decke der Unterengadiner Dolomiten mit E-W-Streichen unter der Silvrettadecke durch bis ins Plessurgebirge fällt natürlich auch die Deutung der Falten im Innern der Unterengadiner Dolomiten als westschauender Stirnbogen, entstanden durch einen E-W-Schub. Wir sind vielmehr gezwungen, für das interferierende Faltensystem derselben eine andere Erklärung zu suchen Es sei kurz eine Vorstellung mitgeteilt, welche wohl zur Erklärung dieses Phänomens geeignet sein könnte. Man gewinnt aus dem Kartenbild dieser Gegend durchaus den Eindruck, dass die heutige Südspitze der Silvrettamasse am Piz Kesch in Bezug auf die jüngsten unterostalpinen Bewegungen in der komplexen Schubmasse der Campodecke (Aeladecke, Unterengadiner Dolomiten) die Rolle eines bogenteilenden Vorsprungs spielte. Möglicherweise war der heutige SW- und SE-Rand der Silvrettadecke längs der „Albulalinie" und der „nordwestlichen Randlinie" ein Strukturrand schon zu Zeiten dieser letzten Bewegungen im Unterostalpinen, d. h. die Silvrettadecke schon damals eine tote Masse, wodurch sich ihre Funktion als „äusserer Widerstand" leicht erklären liesse.

An diesem keilförmigen Widerstand fand nun eine Zersplitterung eines primär ca. NNW gerichteten unterostalpinen Schubes in zwei Komponenten statt, eine NE-wirkende und eine NW-wirkende. Der Ausdruck der NE-wirkenden Komponente wären: die W-streichende Einwicklung der Silvrettadecke durch die Aeladecke längs der „Albulalinie" und die NW-streichenden Falten der Unterengadiner Dolomiten (Fraëlezug etc.). Die Wirkungen der NW-Komponente sehen wir in der NE-streichenden Einwicklung der Silvrettadecke längs der „nordwestlichen Randlinie" und den damit parallel laufenden Falten im Innern der Unterengadiner Dolomiten.

Auch sind längs den beiden eingewickelten Kanten der Silvrettadecke wahrscheinlich Driftphänomene vorhanden. Ein solches, hervorgerufen durch die NW-Komponente, sehen wir in der Zerrung aller Zonen längs des Albulapasses und der Abreissung des Aelahauptdolomits vom Hauptdolomit der Unterengadiner Dolomiten zwischen Scanfs und Piz Üertsch.

Betrachten wir nun noch einmal das Rothornmassiv. Es scheint auf den ersten Blick die verschuppte kristalline Unterlage und zugehörige Untertrias der Obertrias- und Liasplatte der Aroser Dolomiten darzustellen, wäre demnach ebenfalls unterostalpin. Dieser Einreihung widerspricht seine Fazies; schon im stratigraphischen Teil wurde darauf hingewiesen, dass es faziell unmittelbar an die Silvrettadecke anschliesst und daher auch in unmittelbarer tektonischer Beziehung zu ihr stehen muss. Eine solche enge Verbindung kann aber einzig bestehen durch eine Einwickelung. Das Rothornmassiv muss also samt seinen Sedimenten ebensowohl unter die Decke der Aroser Dolomiten eingewickelt sein wie das Kristallin von Mädrigen. Dass es nun als direkte Fortsetzung des Mädriger Kristallins, d. h. als das bis Brienz reichende S-Ende eines einheitlichen Einwicklungsfusses Davos—Mädrigen—Rothornmassiv zu betrachten sei, ist vorläufig unwahrscheinlich, schon wegen der in diesem Falle 20 km betragenden Breite der Einwicklung. Vielmehr muss nicht ausser Acht gelassen werden, dass auch Einwicklungsphänomene entstehen, wenn ein Paket zweier schon überschobener Decken in einer zweiten Phase von einer neuen sekundären Schubfläche schief durchschnitten und durch weitere Bewegung zweimal aufeinander getürmt wird. Nun haben wir im Plessurgebirge eine zweimalige Übereinanderlagerung unterostalpiner und oberostalpiner Elemente: Parpaner Weisshorn-Rothornmassiv; Aroser Dolomiten-Silvrettastammdecke. Eine Erklärung des Rothornmassivs nach der eben angedeuteten Weise, durch eine gemeinschaftliche Verschuppung der unterostalpinen und oberostalpinen Decken, ist demnach sehr wohl möglich. In einer ersten Phase lagerte sich die Silvrettadecke über die Decke der Aroser Dolomiten, dann wurde ein stirnwärtiger Teil der Silvrettadecke durch das Paket Aroser-Dolomitendecke-Silvrettadecke gemeinsam überfahren und blieb als tote Masse unter der Decke der Aroser Dolomiten liegen: das Rothornmassiv. Nach weiterem gemeinschaftlichem Vorrücken des Paketes verlangsamte sich in einer spätern Phase die Bewegung der hangenden Silvrettadecke gegenüber derjenigen der Aroser Dolomitendecke, die Stirnteile der Silvrettadecke wurden von der Aroser Dolomitendecke erfasst und gerieten neuerdings, diesmal durch eine Einwicklung s. s., unter die Decke der Aroser Dolomiten; es entstand der Entwicklungsfuss Davosersee—Mädrigen und die Stirnfalte am Seehorn. (W. L.)

7. Die Silvrettadecke.

Zwischen dem südöstlichen Erosionsrand der Silvrettadecke im Engadin und ihrem nordwestlichen Rand im Plessurgebirge lassen sich im Plan drei Zonen kristalliner Gesteine erkennen, von einander getrennt durch zwei breite Sedimentzonen und stellenweise nördlich und südlich begleitet von zwei weiteren schmalen Sedimentstreifen. In einem allgemeinen Querprofil können wir in diesen sieben Zonen von SE nach NW folgende tektonische Objekte erkennen und benennen:

1. Die verkehrte Serie der Val Tisch.
2. Das Kristallin der Keschantiklinale.
3. Die Ducanmulde.
4. Das Kristallin der Monsteiner Antiklinale (kristalliner Zug Frauenkirch—Stulsergrat).
5. Die Landwassermulde:
   a) Die Muchettafalten (S-Schenkel).
   b) Die Wiesener Schuppen.
   c) Die Amselfluh-Valbellahorn-Guggernell-Piz Linardplatte (N-Schenkel).
6. Der Kristallin-Permzug Frauenkirch—Sandhubel—Piz Musch.
7. Die verkehrte Lenzerhorngipfelschuppe.

a) Das Gebirge nordöstlich der Albula (Val Tisch, Val Tuors, Hochducan). (H. E.)

Zwischen Sertig- und Albulatal erheben sich zwei ausgeprägte NE-streichende Gebirgskämme. Im S die Ducankette, gekrönt durch die zusammenhängende Gipfelkette des Plattenhorns, Hoch- und Gletscherducans, sowie der kühn geschwungenen Piz Raviglіel, Crealetsch, Valmala. Die nördliche oder Monsteinerkette dagegen erlitt durch die Erosionswirkung der nach dem Landwasser abfliessenden Bäche Breschen und weist mehr isolierte Bergformen auf.

Schon im gesamten orographischen Bild spiegelt sich der geologische Bau dieser Gegend, die mächtige Ducanmulde wieder, welche von B. Studer und A. Escher bereits als solche erkannt, zum letzten Mal und am eingehendsten von Spitz und Dyhrenfurth 1913 beschrieben wurde.

Die Ducanmulde ist nicht so einfach gebaut, wie es auf den ersten Blick erscheint. Wohl bildet die Oberfläche der kristallinen Unterlage im NE eine wirkliche Mulde, ihr sedimentärer Inhalt aber ist, wenn auch ebenfalls muldenartig, so doch keineswegs mit dem kristallinen Untergrund harmonisch gelagert; die Sedimente stossen an den meisten Stellen diskordant ab. Die Grenzfläche zwischen Kristallin und Sediment ist eine Scherfläche, welche wir als Ducanscherfläche bezeichnen (s. Profil 2, Tafel IX).

Eine Ausnahme hievon bildet der S-Schenkel der Mulde, welcher die Hochducankette ihrer ganzen Länge nach aufbaut. Stark gewellt und durch Lokalbrüche teilweise gestört, jedoch konkordant mit dem Kristallinen schiessen die Schichten der unteren Trias längs dieser Kette steil in die Tiefe. Weiter nördlich aber werden die jüngeren Triasglieder, etwas flacher gelagert, am kristallinen Boden und nördlich ansteigenden Flügel der Mulde diskordant von der Ducanscherfläche abgeschnitten. Während an der Bergünerfurka skythischer Quarzit noch ungestört auf Glimmerschiefer und Amphibolit liegt, stossen am Älplihorn und Krachenhorn Hauptdolomit und intensiv gefaltete Rhätkalke an das Kristalline; dazwischen verschwinden die übrigen Triasglieder sukzessive. Den Zwischenraum zwischen der zur Hauptsache aus ladinischen Dolomiten und Kalken bestehenden Hochducankette im S und den Hauptdolomitgräten der Monsteinerkette im N füllt eine mächtige Zone carnischer Schiefer und Rauchwacken aus. Diese bedingten durch ihre leichte Verwitterbarkeit die subsequente Anlage des Stulser- und Ducantales, deren öder und vegetationsloser Charakter zu der viel freundlicheren Landschaft des ins Kristallin eingeschnittenen Tuorstales in auffallendem Gegensatz steht.

Die Ducanscherfläche ist weder im Quer- noch im Längsprofil eben. Wie sie im Querprofil muldenförmig gebogen erscheint, so weist sie auch im Streichen in der Gegend des Krachenhorns eine starke Depression auf und besitzt daher im ganzen die Form einer grossen Schüssel. Ihr Ausstreichen kann längs einer scharfen Linie verfolgt werden, welche vom Sertigtal gegen das Älplihorn aufsteigt, nördlich desselben zum Bühlenhorn hinstreicht und über das Stulsertal und den Cuolm da Latsch nach dem Tuorstal absteigt. Am Cuolm da Latsch fällt die Scherfläche mit 40—55° gegen E ein, am Gipshorn (Monsteinerkette) ist sie stark gegen S geneigt, nimmt gegen das Älplihorn flachere Lagerung an, um an seinem E-Hang mit 25—30° Steigung gegen E auszustreichen. Südlich Val Tuors, wo sie eine Strecke weit unter Schutt verborgen ist, kommt die Scherfläche, jetzt gegen S ansteigend, oberhalb Sagliaz bei Bergün wiederum zum Vorschein und kann von hier gegen den Sattel zwischen Val Tisch und Val Platzbi verfolgt werden. Fast senkrecht gegen S ausstreichend schneidet sie auflagernde, 40° N-fallende Werfénienquarzite diskordant ab. Diese fehlen stellenweise und lassen stark gepressten Porphyr an die Scherfläche herantreten. (Vgl. Profil 2, Tafel IX.)

Südlich unter der Ducanscherfläche treffen wir in der Val Tisch eine zweite Diskontinuitätsfläche, die bekannte Überschiebungsfläche, welche die Liasschiefer der Aeladecke begrenzt. Zwischen dieselbe und die Ducanscherfläche eingelagert findet sich in der Val Tisch eine verkehrte Triasserie. Im Hintergrund des Tales, bei den alten Eisengruben, wird sie aus untertriadischen Schichtengliedern zusammengesetzt, welche stark verfaltet und in einzelne, in allen Richtungen streichende Pakete aufgelöst sind. In ihrer dolomitischen Ausbildung weicht diese Untertrias faziell stark von der Ducantrias ab. Talauswärts treffen wir an ihrer Stelle Hauptdolomit und carnische Rauchwacken, stets überlagert von Arlbergdolomit. Im E durch Brüche und intensive Faltung noch stark gestört, sind diese Schichten gegen W bald ruhiger gelagert und schwellen im Bergüner Becken, die Hauptdolomitmasse westlich Sagliaz und die Rauchwacke und Dolomitfelsen von P. 1501 aufbauend, zu grosser Mächtigkeit an. Ihre westliche Fortsetzung jenseits Bergün finden sie in den Rauchwackeköpfen von Zinols; ferner wohl auch in Teilen der von Zyndel unter dem Namen „Suraver Zwischendecke“ zusammengefassten Triasreste, welche sich nördlich der Aeladecke bis zur Motta Palousa aneinanderreihen.

Die sehr steil gestellte Überschiebungsfläche an der Basis dieser verkehrten Serie lässt sich vom Unterengadin bis ins Bergüner Talbecken verfolgen und trennt stets Hauptdolomit von der Liaszone der Aeladecke ab. Spitz bezeichnete ihre Ausstreichlinie 1913 als „Albulalinie“ und fasste die Störung als „Randspalte“ auf. Heute sprechen wir sie als Überschiebungslinie der Silvrettadecke an.

Wohin gehört nun die zwischen den Störungsflächen beobachtete Triasserie der Val Tisch? Dass sie die direkte Fortsetzung, der in einem Bogen völlig umschwenkenden Ducanmulde ist, dürfen wir aus folgenden Gründen nicht annehmen. Die Ducanscherfläche müsste in diesem Falle sich in die südliche Störungsfläche fortsetzen; sie geht aber nachweisbar über die verkehrte Triasserie in der Val Tisch hinweg (siehe Profil 2). Stellen die zwischen die Ducanscherfläche und die Silvrettaüberschiebungsfläche eingepressten Triasglieder nicht vielmehr den verquetschten Mittelschenkel der Silvrettadecke dar? Es spricht nicht nur die Ausbildung der unteren Trias, die aus einem Faziesübergang von den höheren unter- in die oberostalpine Decke hinweist, für diese Deutung, sondern auch deren verkehrte Lagerung, welche auf der ganzen Länge konstatiert werden kann. Ferner wird diese Auffassung bestärkt durch den Umstand, dass die Triasschichten in einzelne Komplexe aufgelöst sind und ihr Streichen sich allmählich demjenigen der Aeladecke nähert; Erscheinungen, die sich leicht als Folge der Differenzialbewegungen zwischen Aela- und Silvrettadecke erklären lassen, indem einerseits die Deckenschübe verschieden gerichtet waren und anderseits die Deckenbewegung mit ungleicher Geschwindigkeit erfolgte.

Zyndel hatte die Trias von Val Tisch schon als verkehrten Mittelschenkel der Silvrettadecke aufgefasst; er rechnete jedoch, sich auf die Karte von Theobald stützend, auch die hangenden „Verrucanoquarzite“ dazu. Wie wir gesehen haben, gehört nun aber nicht die ganze Trias der Val Tisch zum verkehrten Mittelschenkel, vielmehr geht die Ducanscherfläche unter einem Teil derselben hinweg. Sie trennt auf diese Weise die auflagernden skythischen Quarzite, welche als eingewickelter Teil der Ducanmulde anzusehen sind, von den unterliegenden zum Mittelschenkel der Silvrettadecke gehörenden Triasgliedern.

Die Werfener Quarzite in der Val Tisch stehen mit ihrem N 70—80° E verlaufenden Streichen bei 40° N-Fallen in auffallendem Gegensatz zu ihrer nordöstlichen Fortsetzung am S-Hang der Hochducankette. Hier streichen dieselben N 50° E und fallen 60—80° nach S ein. Ferner verändert sich die Stellung der Ducanscherfläche, welche am Cuolm da Latsch N-S gerichtet ist und nach E einfällt, über Sagliaz in der Val Tisch zu W-E-Streichen und 80° N-Fallen. Beim Vergleich dieser Tatsachen mit dem Verlauf der Aeladecke in derselben Gegend, drängt sich einem unwillkürlich das Bild einer intensiven Einwicklung auf. Die südliche Fortsetzung der Ducanmulde wurde hier samt der darunter liegenden Scherfläche in die Falten der Aeladecke eingewickelt. Dass es sich hier nicht um ein bogenartiges Umschwenken handeln kann, beweisen uns die bei Alp Darlux noch N 60° E streichenden Schichten der Ducanmulde. (S. Profil 2.)

Während die Ducanmulde im E unversehrt geblieben ist, weist sie im W infolge dieser Einwicklung starke Störungen auf. Spitz und Dyhrenfurth (1913) beschrieben bereits die in der Val Tuors und auf der W-Seite des Piz Prosonch sichtbaren, nach W schauenden Muldenumbiegungen. Sie führen diese Beobachtungen als Argument für die „rhätischen Bogen“ an. Bei den detaillierten Untersuchungen stellte es sich heraus, dass schon zwischen Piz Prosonch und Piz Valmala scharfe NW-SE laufende Transversalbrüche einsetzen. Die Ducanmulde wird durch dieselben in einzelne blockartige Stücke zerlegt, in denen die Schichten und die darin enthaltene Umbiegung der Ducanmulde in ihrem Streichen knickartig immer mehr gegen S drehen, je mehr man gegen SW fortschreitet. Infolgedessen tritt die ursprünglich nach NW offene Ducanmulde im äussersten, westlichsten Block als eine nach W schauende Mulde in Erscheinung. So kam es nur zu einem lokalen Drehen des Streichens in der Mulde, nicht aber zu einem Gesamtumschwenken derselben, nach Art eines Bogens. Dieses auffallende Abbiegen des SW-Endes der Ducanmulde wurde wohl durch eine Drehung der Blöcke in situ hervorgerufen, welche auf die Einwicklung durch die Aeladecke zurückzuführen ist, und ist also sekundärer Natur.

In der Gegend nördlich Bergün bildet die mächtige Masse der Liasschiefer und -Kalke, welche die grosse Terrasse von Latsch aufbauen, mit dem Hauptdolomit des Crap eine nach N vorgeschobene scheinbare Stirnfalte der Aeladecke. Sie wird im N durch die steilgestellte Silvrettaüberschiebung begrenzt und stösst mit ihren stark gepressten Schiefern längs einer orographisch deutlich hervortretenden Linie an den Gneis des Cuolm da Latsch. Diese Linie zieht sich aus dem Albulatal nördlich des Crap aufsteigend, durch die Vertiefung hinter dem Dorfe Latsch nach P. 1475 in der Val Tuors. Hier liegen zwischen Silvrettagneis und Liasschiefer der Aeladecke eingeklemmt, Serizitschiefer, gepresster Granit und ausgewalzte Sedimente. Letztere sind wohl als verschleppte Triasschichten zu betrachten, die aber nicht der Ducanmulde angehören, da sie von deren Scherfläche durch Gneis getrennt sind, sondern mit der verkehrten Schichtserie in der Val Tisch in Zusammenhang gebracht und zweifellos als Ausquetschungsreste des liegenden Schenkels der Silvrettadecke angesehen werden müssen. (H. E.)

b) Das untere Landwassertal. (Vgl. Tafel VIII u. IX, Prof. 2.)

Ein breiter Streifen kristalliner Gesteine (hauptsächlich aplitischer Silvrettagneise) zieht sich vom Cuolm da Latsch über den Stulsergrat nach Monstein im Landwassertal und verbindet sich gegen E mit der Hauptmasse des Silvrettamassives. Es ist dies die Monsteiner Antiklinale, welche die Ducanmulde von der im NW vorgelagerten, weiteren Triaseinmuldung des unteren Landwassertales trennt, die wir als Landwassermulde bezeichnen. Der Bau dieses letzteren komplexen Objektes ist in vieler Beziehung sehr ähnlich demjenigen der Ducanmulde. Auch hier ist der jüngere Inhalt der Mulde von dem zwischen der Monsteiner Antiklinale und dem Kristallin-Permzug Frauenkirch-Piz Musch muldenförmig eingesenkten kristallinen Untergrund oder dem ihn vertretenden, mechanisch gleichwertigen Permo — Werfénien im allgemeinen durch eine Scherfläche getrennt. welche wir als Landwasserscherfläche bezeichnen.

Eine Ausnahme hievon bildet auch hier wieder der S-Schenkel der Gesamtmulde. Er baut die W- und N-Hänge der Muchetta auf und ist in mehrere nach N überkippte Falten gelegt. Vom Landwasser beim Filisurer Viadukt der Rhätischen Bahn über Buel und den Greifensteingrat nach der Muchetta aufsteigend, können wir in demselben folgende tektonische Elemente unterscheiden:

1. Die Wiesener Mulde: Sie stellt den tiefsten Muldengrund der Landwassermulde dar und ist eine enggepresste Carnienmulde, welche nördlich mit einer steil stehenden Scherfläche an den geschleppten Schichtköpfen der sanftansteigenden Triasplatte des N-Schenkels der Landwassermulde diskordant abstösst. Ihr gehören die Rauchwacken am S-Ende des Landwasserviaduktes an, während am N-Ende desselben schon Anisien des N-Schenkels ansteht. Die trennende

Scherfläche nennen wir Wiesener Scherfläche: sie schneidet oft bis zur basalen Landwasserscherfläche hinunter und trennt die Landwassermulde in zwei von einander unabhängige Teile.

2. Die Filisurer Antiklinale, welche die Entstehung der Terrasse von Filisur (Buel) begünstigt.

3. Die Greifensteinsynklinale, durch die in ihrem Kern enthaltenen grotesken Rauchwackefelsen des Schlosses Greifenstein auffallend.

Hierauf folgen im Wald des zur Muchetta ansteigenden Grates

4. Die Jennisberger Synklinale und

5. Die Jennisberger Antiklinale; beide ziehen sich der Cavia entlang nach dem Dorfe Jennisberg.

6. Die Curzinsantiklinale; diese stellt, die Schulter von P. 2318 und die Felsköpfe bei Curzins dador aufbauend, die Verbindung her mit der

7. Muchettamulde. (s. s. gegenüber der früher gebräuchlichen Bezeichnung „Muchettamulde“ für den ganzen S-Schenkel der Landwassermulde). Ihr einfacher Bau tritt in einer schönen Intersektion am SW-Hang der Muchetta schon von weitem sichtbar zu Tage.

Betrachten wir nun kurz die Fortsetzung dieser Muchettafalten gegen NE. Bis gegen Jennisberg fallen ihre Achsen nach NE ein, dann beginnen sie knickartig in derselben Richtung aufzusteigen, die nördlicheren schon westlich Jennisberg, die südlicheren erst weiter östlich. Zugleich steigert sich die Komplikation der Muchettafalten immer mehr. Im Übergang von der Muchettamulde zur Curzinsantiklinale macht sich schon am W-Hang der Muchetta eine Flexur bemerkbar; dieselbe artet, gegen E intensiver werdend, rasch in eine Scherfläche aus, welche den unterliegenden N-Schenkel von der Muchettamulde trennt. Ersterer erscheint stark nach N vorgeschoben, wodurch die übrigen Falten in ihrem Bau gestört wurden. Die Synklinalen verlieren längs scharfen Scherflächen den flachen nördlichen Muldenschenkel, während die steileren S-Schenkel erhalten bleiben und nur durch lokale flachliegende Brüche gestört sind. Durch die Vorschiebung der Curzinsantiklinale und das gleichzeitige Aufsteigen der Achsen der nördlichen Falten verengert sich der Raum zwischen derselben und der Wiesener Scherfläche immer mehr, woraus ein intensiver Kampf um den Raum zwischen den verschiedenen Elementen resultiert. Die Greifensteinsynklinale wird unter Jennisberg ausgequetscht, die Jennisberger Antiklinale bohrt sich am Steigrück durch Unterschiebung in die vom Wiesener Viadukt an mit bis 80° Achsengefälle wieder emportauchende Filisurer Antiklinale ein, schliesslich ein Gewölbe im Gewölbe bildend, ähnlich wie dies von Buxtorf (1916) aus dem Grenchenbergtunnel beschrieben wurde. Die Jennisberger Synklinale hält an bis zur Einmündung des Wiesener Schaftäli ins Landwasser, wo sie ihre letzten Spuren in Form von stark verfältelten Rauchwacken zurücklässt. (H. E. u. W. L.)

Zugleich mit der Filisurer Antiklinale, deren Form wir in dem sanft ansteigenden Steigrück recht wohl erkennen, steigen beim Dorfe Wiesen gegen E neue Elemente empor, die zwei Wiesener Schuppen. Bei ihrem Auftauchen aus den carnischen Rauchwacken der Wiesener Mulde noch aufrechte Antiklinalen, gehen sie gegen E infolge Unterschiebung durch die näher heranrückende Filisurer Antiklinale bald in S-schauende Schuppen über, welche in den zwei vom Brückentobel bei Wiesen gegen die Suraveralp aufsteigenden isoklinalen Grätchen sehr deutlich zum Ausdruck kommen. Gegen das Bärental zu entwickeln sie sich immer mehr zu den mächtigsten Elementen, auf Kosten aller südlicheren, welche auf der E-Seite des Alteinklotzes an ihnen zerschellen. Die Wiesener Schuppen branden ihrerseits an der Wiesener Scherfläche, d. h. an der flachen Triasplatte des N-Schenkels der Landwassermulde.

Diese scheinbar ruhig gelagerte Triasplatte des Alteinplateaus und der Amselfluh-Valbellahornkette ist durchaus keine so einfache, über dem unterlagernden Kristallin- und Permzug Frauenkirch—Piz Musch normal sich aufbauende Triasserie, als die sie auf den ersten Blick erscheint. Wohl liegen z. B. in den Wänden der Amselfluh Porphyr, Buntsandstein, Muschelkalk und Arlbergkalk in richtiger Reihenfolge aufeinander, aber nur Perm und Buntsandstein stehen mit dem Porphyr in normalem Sedimentationskontakt. Das Anisien ist fast allgemein durch die basale Landwasserscherfläche vom Buntsandstein getrennt; die Campilerschichten sind ein erstes Gleitniveau. Eine zweite Gleitzone bildet die Anisien-Ladiniengrenze, eine dritte die Obergrenze des Alteindolomits. Das zwischen den letzteren zwei Gleitflächen eingeschlossene Schichtpaket ist denn auch in der Triasplatte der Amselfluhkette meistens mehrmals übereinandergetürmt. Ausserdem wird hier fast jede lithologische Grenze zur Scherfläche, so dass die ganze Triasplatte ein Gebäude von Gleitbrettern darstellt. Ähnlich wie in der Ducanmulde steigt auch in der Landwassermulde der kristalline Untergrund gegen N zuerst rascher an als die Trias, sodass das Carnien stellenweise an den Buntsandstein herantritt.

Gegen NE hebt sich der kristalline Untergrund der Landwassermulde derart, dass sich der ganze Triasinhalt, die Platte des N-Schenkels samt den angeschobenen Schuppen des S-Schenkels noch südwestlich des Kummatals in die Luft hinaushebt, genau wie dies auf demselben Querprofil im Hintergrunde des Sertigtales mit der Ducanmulde der Fall ist. Wohin wir uns diese beiden Mulden durch die Luft verlängert denken müssen, wo sich ihre Fazies gegen N und NE fortsetzt und wie sich die Triasschuppen des Rhätikon zu dem untersuchten Teil der Silvrettadecke verhalten, ist noch unbekannt.

Gegen SW beginnen die Achsen der Amselfluhplatte sich im Valbellahorn zu heben infolge der durch die Porphyrkuppe des Sandhubels hervorgerufenen starken Aufblähung der Unterlage, welche eine intensive Achsenaufwölbung innerhalb der Triasplatte bewirkt. Durch die Aufschlitzung dieser Sandhubelkulmination entstand das auf der Theobaldkarte gut zu erkennende bis nach Wiesen herunterreichende schlitzförmige Porphyrhalbfenster des Brückentobels und die Unterbrechung der Triasplatte zwischen Valbellahorn und Guggernell. Auffallend ist, wie die Wiesener Scherfläche unbekümmert über die Kulminationen und Depressionen im N-Schenkel der Landwassermulde hinwegschneidet und daher bald auf Porphyr, bald auf Trias liegt: der Axenverlauf südlich derselben ist unabhängig von demjenigen nördlich derselben. (W. L.)

c. Die Guggernell-Lenzerhornkette.

Die Guggernellkette bedeutet eine erneute Achsendepression innerhalb des N-Schenkels; die Verschuppung desselben ist hier besonders kompliziert durch das Auftreten von Querfalten. Wie sich die Verhältnisse zwischen Guggernell und Mulein gestalten, müssen nähere Untersuchungen noch zeigen.

Am Mulein lagert sich die Triasplatte wieder ziemlich normal auf den Buntsandstein des Muschzuges. Während der leztere im E immer direkt den Aroser Dolomiten aufruht, schaltet sich westlich Alp Ramoz an seiner Basis eine verkehrte Triasserie mit Silvrettafazies ein, die verkehrte Lenzerhorngipfelschuppe. Wie aus dem Profil 3, Tafel IX, zu ersehen ist, bildet der Muschelkalk derselben den Gipfelturm des Lenzerhorns, darunter folgen in verkehrter Reihe alle Schichten bis zum Carnien. Zwischen dem verkehrten Muschelkalk des Lenzerhorngipfels und dem normalen Muschelkalk des Piz Mulein lässt sich der Buntsandstein des Muschzuges verfolgen bis in die E-Wand des Piz Linard. Dort endet er gegen oben spitz als ein aufrechter Keil; oben am Grat zwischen Lenzerhorn und Linard liegt der normale Muschelkalk direkt auf dem verkehrten, ohne Zwischenlagerung von Buntsandstein. Sie sind offenbar durch eine Scherfläche getrennt. welche auch den Buntsandstein des Muschzuges im Streichen schief abschneidet, sodass er auf der Westseite des Piz Linard nicht mehr zum Vorschein kommt. Ferner keilen sowohl die verkehrte Lenzerhorngipfelschuppe als der normale Muschelkalk des Piz Linard in dessen W-Wand rasch gegen S aus, wodurch der Arlbergkalk des Hangenden direkt auf die Rhät-Liaszone des Lenzerhorns zu liegen kommt. Dass die normale Serie am Piz Linard mit der verkehrten Serie am Lenzerhorn direkt durch eine einfache Antiklinalbiegung zu verbinden sei, ist unwahrscheinlich. Vielmehr stellt wohl die verkehrte Lenzerhornserie ein schon weiter nördlich unter den Normalschenkel dar Silvrettadecke geratenes Stück verkehrten Mittelschenkels dar. (Vgl. Profil 3, Tafel IX.) (R. B.)

Der Grund der Landwassermulde verlängert sich gegen SW in den Grund der „Suraver Deckenmulde". Die Falten der Muchetta setzen sich über den Chavagl grond ins Gebiet nördlich der Bergünerstöcke fort, das schon **Zyndel** als zur Silvrettadecke gehörig erkannte. Hier nehmen sie ruhigere Lagerung an. Bemerkenswert ist das Umschwenken des Schichtstreichens im Albulatal. Bei Jennisberg streichen die Schichten der Curzinsantiklinale N 40—50° E, unterhalb Surmin an der Albulabahn dagegen N 10 E. Ob damit ein Umschwenken der Faltenachsen verbunden ist, bleibt noch zu untersuchen. (H. E.)

d. Zur Mechanik der Silvrettadecke.

Der Bau der Silvrettadecke steht in auffallendem Gegensatz zu den tektonischen Formen, wie man sie in den helvetischen und penninischen Alpen zu sehen gewohnt ist. Statt der weithin verfolgbaren Falten, welche untereinander in vollem Zusammenhange und einem engen mechanischen Abhängigkeitsverhältnis stehen, finden wir hier auch in den gefaltenen Regionen alles aufgelöst in zwischen Scherflächen und Brüchen begrenzte Schichtpakete, welche sich völlig unabhängig von einander bewegen können. Dieser Bau ist aber ein sekundärer. Der heutige Bau der Silvrettadecke in unserem Gebiet ist eine Palimpseststruktur, in der die primär sicher viel einfachere Anlage der durch gewöhnliche Faltung entstandenen Antiklinalen und Synklinalen, durch sekundäre Vorgänge zwar verwischt, aber dennoch zu erkennen ist. Die primären Anlagen der Antiklinalen und Synklinalen stammen wohl aus einer Phase, da die Silvrettadecke noch ein aktiv vorwandernder Körper war, in ununterbrochener Verbindung mit seiner Wurzel. Die heute sichtbaren Komplikationen aber, die unzähligen Bruch- und Scherflächen, das häufige rasche Auf- und Absteigen der Faltenachsen, können erst entstanden sein, da die Silvrettadecke als eine nur noch wenig belastete tote Masse auf der während einer späteren penninischen Faltungsphase wieder lebendig gewordenen Aeladecke nach Norden verfrachtet wurde. Dabei erzeugten die von unten gegen den Boden der Silvrettadecke wirkenden Bewegungen in der Unterlage jene Unzahl von Diskontinuitätsflächen zweiter, dritter und vierter Ordnung, welche die schon gefaltete Silvrettadecke in jeder Richtung zerteilten und ihr den so sehr an schottische Decken erinnernden Habitus geben. Schon die Basis der Decke ist ein typischer, alles diskordant abschneidender „thrustplane“, eine Scherfläche erster Ordnung; die Landwasserscherfläche aber ist eine solche zweiter, die Wiesener Scherfläche eine solche dritter und die Unterschiebungsflächen der darauf bewegten Wiesener Schuppen sind Scherflächen vierter Ordnung. Diese Zerstückelung durch ein System sich kreuzender Flächen ist ein deutliches Anzeichen für ein Milieu von geringer Plastizität und überwiegender Starrheit.

Die wichtigsten Scherflächen sind die nach N schief ansteigenden Flächen zweiter Ordnung, wie die Ducanscherfläche (das S-Ende derselben wurde erst sekundär durch die spätere Einwicklung nach S aufgebogen), die Scherfläche zwischen Muchettamulde und Curzinsantiklinale, die Wiesener Scherfläche und die Landwasserscherfläche; es sind diejenigen, auf welchen die aus der Unterlage gegen N und schief gegen oben wirkenden Kräfte sich unmittelbar auslösten. Charakteristisch ist, wie sich diese Flächen überall da anlegten, wo die Schichten mit der Richtung dieser Kräfte den kleinsten Winkel bilden, d. h. in den flachliegenden N-Schenkeln der primär angelegten Mulden Im Gegensatz dazu zeigen die steilstehenden S-Schenkel, auf die der Stoss fast senkrecht wirkte, keine wesentlichen Störungen, abgesehen von Fältelungen und unbedeutenden mit den erwähnten Scherflächen parallellaufenden Brüchen. Die Verschiebung in den N-Schenkeln der Mulden dagegen sind immer bedeutend und zwar ist stets der liegende Teil, die betreffende Kristallin- oder Permantiklinale gegenüber der hangenden Mulde relativ vorgeschoben. Wir nennen diesen Vorgang Untervorschiebung; er ist die Hauptursache des spezifischen Habitus der Tektonik im Albula- und Landwassergebirge. So ist die Monsteiner Antiklinale gegenüber der Ducanmulde untervorgeschoben, die Curzinsantiklinale gegenüber der Muchettamulde usw. Auf Untervorschiebung und nicht auf Überschiebung beruht der seltsam unharmonische Bau aller Triasmulden, das Fehlen der normalen, liegenden Muldenschenkel. Dass sich die Bewegungen der Unterlage in erster Linie in den primären Kristallin- und Permantiklinalen, viel weniger in der Triasmulden fortsetzen, ist charakteristisch für den Zustand des Milieus; nur bei grosser Gesamtstarrheit, d. h. bei geringer Überlastung treten die relativen Starrheitsunterschiede der Gesteine in dem Masse hervor. (H. E. und W. L.)

Suchen wir nun noch nach dem speziellen Motor der Untervorschiebungen in unserem Gebiet, so erkennen wir denselben in den Profilen leicht in der tieferen Falte der Aeladecke, der sog. Stirnfalte des Crap bei Bergün. Wir bezeichnen dieselbe als Latscher Stirn. Die Stosswirkung der nach NE vormarschierenden Latscher Stirn setzte sich in den primären Kristallinkernen der Silvrettadecke fort und erzeugte so die Untervorschiebungen. Die Spannungen waren im E derart, dass sie sich längs scharfen Gleitflächen auslösten, während im W durch Flexuren und Umdrehen der Streichrichtung ein allmählicher Ausgleich der von der Latscher Stirn ausgehenden Kräfte und ein Übergang in ruhigere Lagerung eintrat.

Mit den Untervorschiebungswirkungen der Latscher Stirn steht auch das Abbiegen des W-Endes der Ducanmulde in Verbindung. Da die kristalline Masse des Cuolm da Latsch, welche unter der Wirkung der Latscher Stirn Untervorschiebungsphänomene im N-Schenkel der Ducanmulde hervorbrachte, gegen E durch die Ducanscherfläche keilförmig zugeschnitten ist, bewirkten die gegen E gerichteten Komponenten ihrer Bewegung eine Hebung der Ducanmulde. Infolge der dadurch entstandenen Vertikalspannungen und ihrer geringen Elastizität ging diese letztere in Brüche. Gleichzeitig brachte wohl ein aus der Keschgegend wirkender unterostalpiner Schub den östlichen Teil der Ducanmulde gegen N vor, während der westliche zurückblieb, einerseits durch die gegen W intensiver werdende Einwicklung gehemmt; andererseits erschwerten die vorhandenen Vertikalbrüche eine Übertragung der Bewegung auf den westlichsten Teil der Mulde. Dass überdies noch ein beträchtlicher Stoss von W nach E erfolgte, zeigt in der Val Striela eine interessante Stelle, wo die Einpressung des am westlichsten gelegenen Blockes in den Muldenkern seines östlichen Nachbars deutlich beobachtet werden kann. Ferner lassen ausgeprägte wellenförmige Querfalten der Latscher Stirn und die sogar innerhalb der Liasschiefer selbst noch entstandenen Querfältelungen die Annahme eines W-E gerichteten Druckes berechtigt erscheinen.

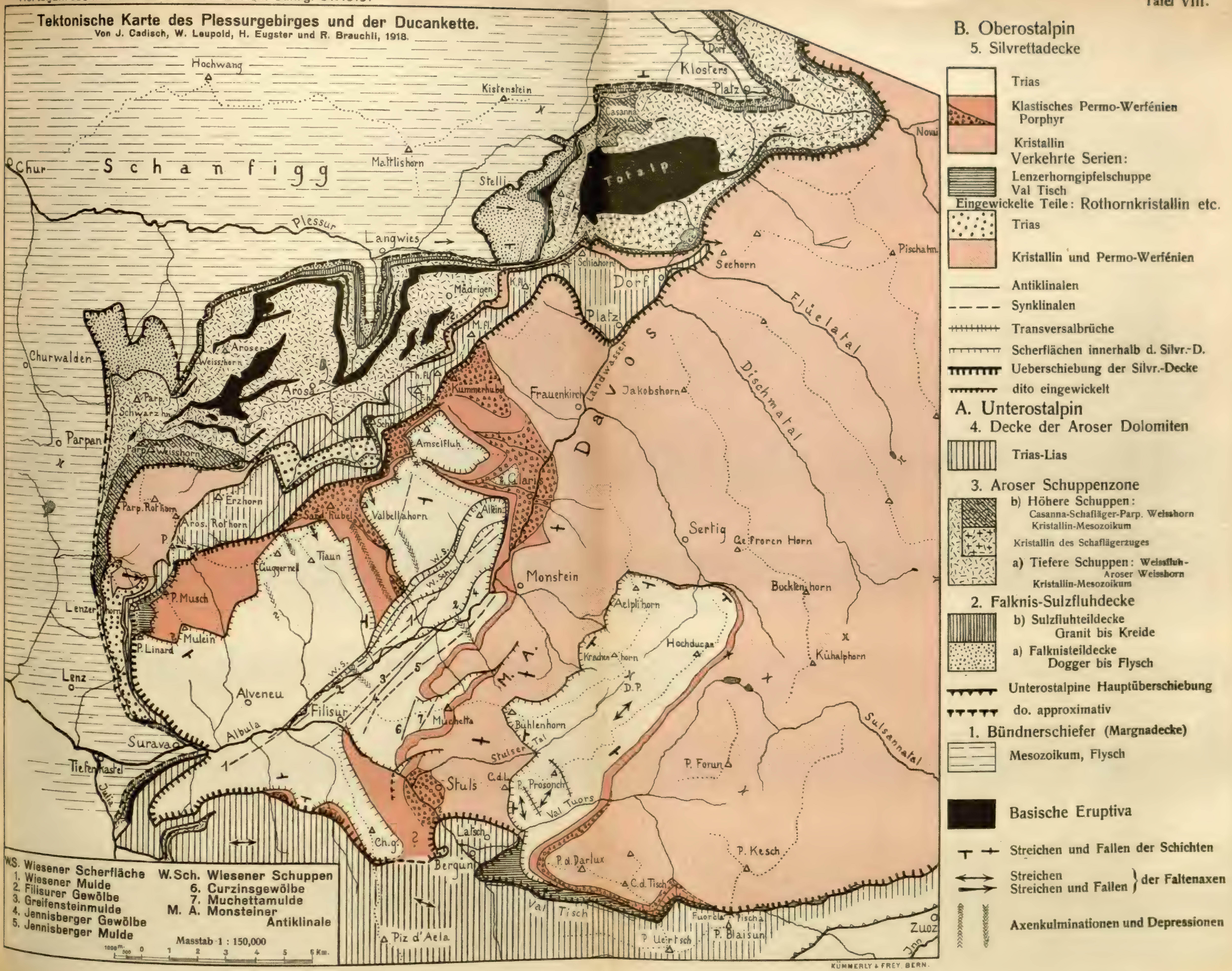
Folgende Bewegungen haben also die Abdrehung des W-Endes der Ducanmulde bewirkt:

1. Die Unterschiebung des kristallinen Keiles des Cuolm da Latsch unter die Ducanmulde: Entstehung der Transversalbrüche.

2. Vorstossen des Hauptteiles der Ducanmulde; relatives Zurückbleiben des westlichen Teiles.

Tektonische Karte des Plessurgebirges und der Ducankette.

Von J. Cadisch, W. Leupold, H. Eugster und R. Brauchli, 1918.


Hochwang
Kistenstein
Chur
Schanfigg
Mattlishorn
Stelli
Plessur
Langwies
Klosters
Dorf
Platz
Casanna
Totalp
Novai
Schiahorn
Sechorn
Pischahn.
Dorf
Platz
Mädrigen
K.Fl.
M.Fl.
Th.Fl.
Churwalden
Aroser Weisshorn
Arosa
Parp. Schwarzh.
Parpan
Parp. Weisshorn
Schl.
Kummerhubel
Frauenkirch
Landwasser
Davos
Jakobshorn
Flüelatal
Dischmatal
Amselfluh
Clari
Parp. Rothorn
Erzhorn
Aros. Rothorn
P. N.
Sandhubel
Valbellahorn
Alkin
Sertig
Gefroren Horn
Guggernell
Tiaun
W. S.
W. Sch.
Monstein
Bocklenhorn
P. Musch
Lenzerhorn
Mulein
P. Linard
Aeplihorn
Hochducan
Krachenhorn
D. P.
M. A.
Kühalphorn
Lenz
Alveneu
Filisur
Muchetta
Bühlenhorn
Stulser Tal
Suravas
Albula
Tiefenkastel
Julia
Stuls
C. d. L.
P. Prosonch
Val Tuors
P. Forun
Sulsannatal
Ch. g.
Latsch
Bergün
P. d. Darlux
C. d. Tisch
P. Kesch
Val Tisch
Piz d'Aela
Fuorcla
Pischa
P. Uertsch
P. Blaisun
Zuoz
Inn
1
2
3
4
5
6
7
W.S. Wiesener Scherfläche
1. Wiesener Mulde
2. Filisurer Gewölbe
3. Greifensteinmulde
4. Jennisberger Gewölbe
5. Jennisberger Mulde
W.Sch. Wiesener Schuppen
6. Curzinsgewölbe
7. Muchettamulde
M. A. Monsteiner Antiklinale
Masstab 1 : 150,000
1000 m. 500 0 1 2 3 4 5 6 Km.
B. Oberostalpin
5. Silvrettadecke
Trias
Klastisches Permo-Werfénien
Porphyr
Kristallin
Verkehrte Serien:
Lenzerhorngipfelschuppe
Val Tisch
Eingewickelte Teile: Rothornkristallin etc.
Trias
Kristallin und Permo-Werfénien
Antiklinalen
Synklinalen
Transversalbrüche
Scherflächen innerhalb d. Silvr.-D.
Ueberschiebung der Silvr.-Decke
dito eingewickelt
A. Unterostalpin
4. Decke der Aroser Dolomiten
Trias-Lias
3. Aroser Schuppenzone
b) Höhere Schuppen: Casanna-Schafläger-Parp. Weisshorn Kristallin-Mesozoikum
Kristallin des Schaflägerzuges
a) Tiefere Schuppen: Weissfluh-Aroser Weisshorn Kristallin-Mesozoikum
2. Falknis-Sulzfluhdecke
b) Sulzfluhteildecke Granit bis Kreide
a) Falknisteildecke Dogger bis Flysch
Unterostalpine Hauptüberschiebung
do. approximativ
1. Bündnerschiefer (Margnadecke)
Mesozoikum, Flysch
Basische Eruptiva
Streichen und Fallen der Schichten
Streichen
Streichen und Fallen
der Faltenaxen
Axenkulminationen und Depressionen

KÜMMERLY & FREY. BERN.

Tektonische Sammelprofile durch das Plessurgebirge und die Ducankette.

Profil 1
Masstab = 1:60000
1000 m. 500 m. 0 1 2 3 Km.
N
P. 2094
Serneus
Prätigau
Casanna
Schwarzhorn
Weissfluh
Schafläger
Schiahorn
Seehorn
Stille
Dischmatal
Davosertal 1560 m.
Küpfenfluh
S
900 m
H Haupterhorn
(J. Cadisch, W. Leupold)
Zu Profil 1
Sulzfluhdecke
Falknisdecke
Bündnerschiefer (Flysch etc.) (Margnadecke)
Basische Eruptiva
Kristallin der Silvrettadecke
Decke der Aroser Dolomiten (Trias)
Aroser Schuppenzone:
Casannaschuppen, Schaflägerzug
Kristallin des Schaflägerzuges
Weissfluhschuppen (Kristallin-Mesozoikum)
Profil 2
N
S
NW
Landwassermulde
L Landwasserscherfläche W Wiesenerscherfläche
D Ducanscherfläche
Leidbachhorn
Aelplihorn
Ducanmulde
Strehl
Ducantal
Hochducan
SE
Schiesshorn
P. 2511
P. 2379
Altein-Tiefenberg See
Valbellahorn
Suraver A.
Steigtobel
Steigrück
Landwasser
Bodmen
Bühlenhorn
2000 m
Züge
Schaftäli
M.A.
Stulsertal
Val Tuors
AU
AO
Rothorn kristallin
Decke der Aroser Dolomiten
WS
Latscher Stirn
Aeladecke
500 m
(W. Leupold)
Muchetta
Wiesener Alp
Wiesen
Landwasser P. 1094
Silvrettadecke
(H. Eugster)
K
N
Li
C
L
A
W
P
R
1
2
3
4
5
6
7
WS₁, WS₂ Wiesener Schuppen
1. Wiesener Mulde
2. Filisurer Gewölbe
3. Greifensteinmulde
4. Jennisberger Gewölbe
5. Jennisberger Mulde
6. Curzinsgewölbe
7. Muchettamulde
M. A. Monsteiner Antiklinale
Aroser Schuppenzone
Rothornkristallin
Decke der Aroser Dolomiten
Lenzerhorngipfelschuppe
N
Urdenfürkeli
Parp. Weisshorn
Parp. Rothorn
Aroser Rothorn
P. Naira
P. Miez
Lenzerhorn
P. Linard
Silvrettadecke
Aeladecke
S
Belfort Surava
Albula P. 901
Parp. Weisshorn Schuppen
Alp Sanaspans
B
Profil 3
500 m
(R. Brauchli, W. Leupold)
Aroser-Schuppenzone
Lias
Hauptdolomit
Obere Schuppen
Ob. Schuppen im Allg.
Untere Schuppen
Bündnerschiefer (Flysch etc.) Margnadecke
Basische Eruptiva
Decke der Aroser Dolomiten
Lias Rhät
Norisch-rhät. Grenzniveau
Norien (Hauptdolomit) P. Miez, Erzhorn und Aeladecke
Ladinien
Deckenüberschiebungen
Scherflächen
Zu Profil 2—3
Silvrettadecke
Rhät
Norien
Carnien
Ladinien
Anisien
Permo-Werfénien (Klastisch)
Porphyr
Kristallin

Kümmerly & Frey Bern.

3. W-E gerichteter Stoss senkrecht zur steilgestellten Ducanscherfläche: völlige Drehung der äussersten Teile in die N-S Stellung.

Es kam also nicht zur Bildung eines gegen S umschwenkenden primären Bogens innerhalb der Silvrettadecke, wie ihn Spitz auf Grund der Beobachtungen am Piz Prosonch postuliert hat, sondern die ursprünglich geradlinig angelegte Ducanmulde wurde durch sekundäre Vorgänge gebrochen und die einzelnen Teile knickartig gegen S gedreht. (H. E.)

Lamprophyrische Ganggesteine im zentralen Gotthardgranitgneis aus der Umgebung des St. Gotthardhospizes.

Von

U. Grubenmann (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 14. Januar 1919.)

Für den Petrographen, der sich mit der wissenschaftlichen Untersuchung von Intrusivgesteinen beschäftigt, haben die lamprophyrischen Ganggesteine ein besonderes Interesse, nicht bloss als die Produkte eigenartiger magmatischer Spaltungsprozesse, sondern auch wegen der grossen Menge ihrer Erscheinungsformen, die aber, weil sie oft recht unauffällig sind, gerne übersehen werden. Sie kennzeichnen sich durch den vorherrschenden Gehalt an glänzenden schwarzen Biotitblättern oder schwarzen Stengeln von Hornblenden, auch Augiten, die bald in einer, bald in zwei Generationen wahrnehmbar sind und in letzterem Falle den porphyrischen Bau verraten. Aus einem tieferen Eindringen in die Art ihres Wesens dürften aber angesichts der grossen Mannigfaltigkeit und Wandelbarkeit derselben wertvolle Winke sich ergeben für die Aufklärung der noch immer recht rätselhaften Differentiationsprozesse; darum wird jeder Beitrag zur Mehrung in der Kenntnis derselben zu begrüssen sein.

Vor zwölf Jahren hat einer meiner Schüler, P. Waindzoik[1], anlässlich seiner „petrographischen Untersuchungen über Gneise des St. Gotthard" innerhalb dieser Gesteine 43 solcher Lamprophyre aufgefunden und sechs derselben mikroskopisch und chemisch genauer untersucht. Seither sind in der näheren und weiteren Umgebung des Gotthardhospizes aus militärischen Gründen eine Reihe Wege angelegt worden, wobei neue Lamprophyre zum Vorschein kamen und zu weiteren Untersuchungen anregten, die meinerseits im August des vergangenen Jahres begonnen wurden. Vor dreissig Jahren habe ich, veranlasst durch die Arbeiten von Alb. Heim über die Geologie des

---

[1] Züricher Dissertation 1906.

Gotthardmassivs [1]), dort meine ersten Studien über metamorphe alpine Gesteine vorgenommen [2]); auch die nachfolgenden petrographischen Mitteilungen beziehen sich auf eine Gruppe metamorpher Gesteine des St. Gotthardgebietes, die noch weiter verfolgt zu werden verdient, um bezüglich ihrer Genesis zu allgemein gültigen Resultaten zu gelangen.

Wenn man vom Gotthardhospiz aus zu den südlich davon gelegenen Militärbaracken hinübergeht, stösst man am Wege, 10 m vor dem ersten Gebäude, im porphyrartigen Fibbiagranit auf einen 1/2 m mächtigen, steil stehenden, reichlich dunklen Glimmer führenden Lamprophyr, der das erwähnte Hauptgestein senkrecht zum Streichen durchsetzt und sich als Wasserzug bemerkbar macht. Durch etwelchen Abbau gelingt es leicht, frische Gesteinsproben zu erhalten. — Dieselben erscheinen makroskopisch zuckerkörnig, weissgrau gesprenkelt, mit einer schwachen Andeutung von Schieferung parallel den seitlichen Begrenzungsflächen und auch einer etwelchen Streckung, der Längsrichtung des Ganges entsprechend. Auf den spärlichen Kluftflächen entdeckt man Körner von Quarz und Calcit. Unter dem Mikroskop tritt sofort die ausgesprochen kristalloblastische Struktur eines metamorphen Gesteins zutage, die sich namentlich an den vorherrschenden, stark ausgebuchteten Biotiten deutlich bemerkbar macht. Viele grössere und kleinere Körner von schwach gelblichem Epidot und selteneren, farblosen Zoisiten treten zwischen xenoblastischen Quarzen und Albiten hervor und ergänzen neben ganz spärlichen kleinen Magnetitkörnchen und Apatiten das Gesteinsbild. Calcit erscheint sowohl nur in einzelnen Körnern zwischengestreut, als auch in zusammenhängenden Lagen und Schmitzen sekundärer Herkunft. Der von ölgrün nach hellgelb pleochroitische Biotit beherbergt kleinste Epidotkörnchen neben einzelnen Zirkonen und ist relativ rein; durch den Albit markieren sich typisch poikiloblastische Felder, in denen alle Gemengteile eingebettet sind. Die Vergleichung von Längs- und Querschnitten des Gesteins bestätigt Kristallisationsstreckung und man kommt zu dem Eindruck, dass porphyroblastische Struktur vorliegt mit Hinneigung zu homöoblastischer Ausbildung. Dies alles führt zu dem Urteil, dass ein metamorpher Kersantit vorliegt, dessen ursprünglicher Plagioklas im anorthitischen Anteil sich epidotisiert und zoisitisiert hat, welche Auffassung durch die Resultate der chemischen Untersuchung bestätigt wird, die, wie auch alle nachfolgenden Analysen, durch meinen Assistenten, Herrn Johann Jakob, mit grosser Sorgfalt durchgeführt wurde, wofür ich ihm hiemit bestens danke. Sie ergab:

---

[1] Alb. Heim, Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Text zu Blatt XIV der Geol. Karte der Schweiz.

[2] U. Grubenmann, Über die Gesteine der sedimentären Mulde von Airolo. — Zur Kenntnis der Gotthardgranite. — Über Gesteine des granitischen Kerns des östlichen Gotthardmassivs. Mitteilungen der Thurgauischen Naturf. Gesellschaft. 8., 9. und 10. Heft, 1888, 1890 und 1892.

1. Metamorpher Kersantit, östlich der Militärbaracken südlich vom Gotthardhospiz.

		Mol. Quot.	Mol. Proz.
SiO_2	50,66	89,15	57,75
TiO_2	0,96		
P_2O_5	0,30		
CO_2	2,34		
Al_2O_3	16,77	17,08	11,07
Fe_2O_3	1,21	8,93	5,79
FeO	5,02		
MnO	0,09		
MgO	5,60	14,55	9,43
CaO	8,34	15,39	9,97
Na_2O	0,90	1,52	0,98
K_2O	7,00	7,74	5,01
H_2O+	1,22	—	—
H_2O-	0,04	—	—
	100,45	154,36	100,00

Spez. Gewicht: 2,85.

Werte nach A. Osann[1]):

s = 57,75 F = 20,11
A = 5,99 M = 4,89
C = 5,08 T = 0

Projektionswerte:

	a_4	c_3	f_{13}
S Al F[2])	18,5	3,5	8
Al C Alk	12	11	7

NK 1,8 MC 4,9

Werte nach P. Niggli[3]):

Si = 170
al = 32,5 fm = 20 c = 29,5 alk = 18
k = 0,77 mg = 0,14 cf = 1,50

Das Gestein zeigt in S Al F gute Übereinstimmung mit den Kersantiten 1205 und 1206 des unten genannten Opus von Osann; für Al C Alk besteht eine kleine Abweichung, für NK und MC eine grössere.

Zirka 20 m südlich der letzten Baracke gelangt man am genannten Wege zu einem zweiten, 14 m mächtigen Lamprophyr, der das porphyrartige Hauptgestein parallel oder in sehr spitzem Winkel zur Schieferungsfläche durchsetzt mit 30° NW-Fallen und einer starken Klüftung nach SO. Das in der Gangrichtung ausgezeichnet gestreckte Gestein ist etwas gröber im Korn als das vorige und verrät durch seine herrschenden, länglichen und grössern, neben vielen kleinen schwarzen Biotiten schon makroskopisch porphyrische Struktur bei einer mattweissen, feinkörnigen Grundmasse. In den langen Biotitflanschen glaubt man Pseudomorphosen nach Hornblende zu sehen, was sich aber unter dem Mikroskop als Täuschung erweist. Das charakteristische Gesteinsbild wird lokal durch Biotitkonkretionen unterbrochen. — Durch das Mikroskop bestätigt sich, dass der Unterschied gegenüber dem vorigen Gestein zunächst hauptsächlich ein struktureller ist, denn es liegt hier eine typisch porphyroblastische Struktur vor, wobei die zahlreichen lappigen, auffallend reinen Biotitporphyroblasten in ein feinkörniges Grundgewebe von Albit, Quarz, Epidot (spärlichem Zoisit) und Biotit eingebettet sind. Die Epidote zeigen sich öfters typisch zusammengehäuft und verraten dadurch auch hier ihre Abstammung aus der Metamorphose eines basischen Plagioklases. Die dabei freiwerdende Kieselsäure konnte sich öfters zu grösseren Quarzkörnern ansammeln; poikiloblastische Albitfelder machen sich im Schliffe kaum bemerkbar. Vereinzelt werden grössere Rutile und nahezu farblose Granatkörner angetroffen, Calcit in spärlichen Körnern. Auch dieses Gestein dürfte als metamorpher Kersantit anzusprechen sein, was die unten folgende Analyse bestätigt. Seine Kristallisationsstreckung wird durch die Biotite markiert.

---

[1]) Vergl. U. Grubenmann, Krist. Schiefer. 2. Aufl. Berlin 1910. S. 134.

[2]) Vergl. A. Osann, Petrochem. Untersuchungen. Abhandl. der Heidelberger A. d. W. math.-naturw. Kl. 2. Abhandl. 1913, S. 6 u. f.

[3]) Vergl. P. Niggli, Verhandl. der S. N. G. Zürich 1917. II. Teil. S. 209—211 (auch dieses Heft der Vierteljahrsschrift).

Die Vermutung, dass der Gang ostwärts sich auf eine grössere Strecke fortsetze und dann an der Poststrasse $^1/_2$ km südlich des Hospizes zutage trete (vergl. P. Waindziok l. c. Melanokrates Ganggestein Nr. 2), wird durch die Analysenresultate nicht bestätigt. Dagegen kann der Gang vom Militärweg ab in westlicher Richtung weiter verfolgt werden und tritt nach zirka 200 m oberhalb dieses Weges in 25 m Höhe innerhalb einer Infanteriestellung als Ausbiss für 6 m deutlich zutage; seine Mächtigkeit ist auf 2 m zurückgegangen. Die Korngrösse hat zum Teil etwas zugenommen und die Textur wird mehr richtungslos, zum Teil werden die Komponenten feiner und die Anordnung derselben geht in eine ausgesprochen lamellare über, besonders am östlichen Ende des Ausbisses. Das mikroskopische Bild entspricht in allen wesentlichen Stücken dem oben gezeichneten, sowohl nach Komponenten als nach Struktur; nur werden Calcitkörner etwas häufiger getroffen, einzelne Biotite erscheinen chloritisiert, auch Pyrite stellen sich ein, kleine Abweichungen, die vielleicht mit der randlichen Lage im Gang zusammenhängen. Die Resultate der chemischen Analyse siehe Tabelle 2, Seite 422.

Verfolgt man, ausgehend vom obigen Lamprophyr, den angetretenen Weg weiter, so erscheint etwa 20 m westlich der überschrittenen kleinen Brücke ein drittes, 60—80 cm mächtiges, sehr schönes lamprophyrisches Ganggestein in ganz frischem Anbruch, den dortigen Augengneis senkrecht zum Streichen steilstehend durchschneidend. Es ist nach Farbenton, Körnigkeit und Komposition sehr ähnlich dem ersten der untersuchten Gänge, auch hinsichtlich der undeutlichen Schieferung bis Streckung entsprechend der seitlichen Begrenzung, resp. Längsrichtung des Ganges, der in der zentralen Zone sich etwas grobkörniger zeigt als in den randlichen Partien.

2. Metamorpher Kersantit südlich der genannten Militärbaracken.

		Mol. Quot.	Mol. Proz.
SiO_2	52,96	91,12	59,37
TiO_2	0,89		
P_2O_5	0,35		
CO_2	Sp.		
Al_2O_3	19,87	19,79	12,86
Fe_2O_3	1,83	9,47	6,17
FeO	5,00		
MnO	0,08		
MgO	4,71	11,95	7,78
CaO	6,82	12,38	8,07
Na_2O	3,32	5,45	3,55
K_2O	3,16	3,40	2,20
$H_2O +$	0,78	—	—
$H_2O -$	0,08	—	—
	99,85	153,56	100,00

Spez. Gewicht: 2,87.

Werte nach A. Osann:

$s = 59{,}37$ $F = 14{,}91$

$A = 5{,}76$ $M = 0{,}96$

$C = 7{,}11$ $T = 0$

Projektionswerte:

a_4 c_5 f_{11}

SAlF 19 4 7

AlCAlk 14,5 9 6,5

NK 6,2 MC 4,9

Werte nach P. Niggli:

Si = 176

al = 38 fm = 21 c = 24 alk = 17

k = 0,36 mg = 0,11 cf = 1,16

Das Gestein zeigt am ehesten Übereinstimmung mit dem Kersantit Nr. 1197 der Osannschen Zusammenstellung (l. c.), namentlich in den Projektionswerten der 3. und 4. Reihe.

Den Gang aufwärts verfolgend, gelangt man an die oben erwähnte Infanteriestellung und kann dort sehen, wie dieser dritte Lamprophyr zum zweiten nahezu normal verläuft. — Unter dem Mikroskope überraschen neben den vielen stark gelappten und perforierten dunkelölgrünen Biotitporphyroblasten (strohgelb nach e_g), die zahlreichen stengeligen und körnigen Epidotaggregate, welche, wie leicht erkannt werden kann, aus der Summation vieler kleiner Individuen hervorgegangen sind und nunmehr neben ihnen als Porphyroblasten erscheinen. Zoisite treten stark zurück. Im Grundgewebe liegen poikiloblastisch durchsetzte Albite in grösseren Feldern, die Quarzkörner sind spärlicher, dafür etwas grösser. Auch Calcit tritt gelegentlich in stärkeren Körnern auf, ähnlich wie Albit alle übrigen Komponenten einschliessend. Die Kristallisationsschieferung—streckung, die in der Hauptsache wieder an den Biotiten ersichtlich ist, tritt im Dünnschliff wenig deutlich hervor. Nach Allem liegt auch hier ein metamorpher Kersantit vor, der aber in der Umwandlung weiter vorgeschritten und mehr ausgeglichen ist als die beiden vorigen. Der Chemismus ist folgender (siehe Seite 423):

In weiterer Verfolgung des Fieudweges tritt 10 m westlich des eben beschriebenen Lamprophyrs eine 6 m mächtige aplitische Zone auf als Fortsetzung der „Banchi“ und nach Durchquerung derselben erscheint oberhalb des Weges ein vierter dunkler Gang von ca. 6 m Mächtigkeit. Er durchsetzt den Augengneis senkrecht zur Schieferung desselben und kann nordwärts ungefähr 25 m weit verfolgt werden.

3. Metamorpher Kersantit, frisch aufgeschlossen am Militärweg nach Fieud.

		Mol. Quot.	Mol Proz.
SiO_2	53,20	91,30	59,13
TiO_2	0,73		
P_2O_5	0,41		
CO_2	0,59		
Al_2O_3	16,79	16,72	10,83
Fe_2O_3	1,93	9,86	6.39
FeO	5,18		
MnO	0,07		
MgO	5,45	13,82	8,95
CaO	7,57	13,75	8,92
Na_2O	1,05	1,73	1,12
K_2O	6,66	7,20	4,66
H_2O+	0,86	—	—
H_2O-	0,06	—	—
	100,55	154,41	100,00

Spez. Gewicht: 2,91.

Werte nach A. Osann:

s = 59,13 F = 19,21

A = 5,78 M = 3,87

C = 5,05 T = 0

Projektionswerte:

$a_4\ c_3\ f_{13}$

SAlF = 19 3,5 7,5

AlCAlk = 14 10 6

NK = 1,9 MC = 5,0

Werte nach P. Niggli:

Si = 145

al = 26,5 fm = 37,5 c = 22 alk = 14

k = 0,81 mg = 0,58 cf = 0,54

Das Gestein gleicht am meisten der Nr. 1199 der Sammlung Osann (l. c.), doch nicht gut, da es nach NK und MC stärker abweicht.

Sein Hauptgestein erinnert in jeder Beziehung an den zweiten oben untersuchten Kersantit; an seinem östlichen Rande dagegen fällt eine 0,5 m mächtige, stark geschieferte und geschuppte Zone auf, die sehr schön gefältelt ist, während die westliche Randzone zwar wesentlich glimmerreicher und dunkler, aber nur schieferig, nicht gefältelt, erscheint. Der Ostrand tritt in Berührung mit einem Fibbia-Augengneis, der im Vergleich zum gewöhnlichen porphyrartigen Fibbiagestein ganz deutlich reicher an Biotit und Chlorit, und zugleich ausgesprochen geschiefert und gestreckt ist. Der Übergang zwischen diesen Gneisformen vollzieht sich ganz allmählich innerhalb einer etwa 0,5 m breiten Zone. — Auch unter dem Mikroskop zeigt die Hauptmasse des neuen Lamprophyrs keinen irgendwie wesentlichen Unterschied gegenüber dem Kersantit Nr. 2; vielleicht sind die Epidotkörner noch deutlicher gehäuft als dort und die Struktur erscheint etwas weniger ausgesprochen porphyroblastisch, etwa wie in Nr. 1. Von einer speziellen Beschreibung, die fast nur Wiederholung sein müsste, kann daher hier abgesehen werden; auch die Resultate der chemischen Analyse, die weiter unten folgen, zeigen weitgehende Übereinstimmung mit den beiden genannten Kersantitvorkommen.

Um so mehr Interesse erweckt die Umformung des Ganggesteins gegen die östliche Randzone hin. Zunächst tritt an die Stelle der herrschenden linearen Textur ganz vorübergehend eine deutlich schieferige, die aber sofort durch ausgesprochen helicitische Ausbildung eines mehr phyllitisch aussehenden Gesteins ersetzt wird, wobei sich auf der Hauptfältelungsfläche, unter 30° zur Faltenkammlinie, deutlich eine diagonale Streifung bemerkbar macht. Auf dem Gesteinsquerbruch erkennt man schon mit der Lupe, dass die gestreckten Mittelschenkel dieser Falten von Glimmern eingenommen werden, während an den Umbiegungsstellen der Sättel und Mulden sich die farblosen körnigen Gemengteile anhäufen. Der ursprünglichen Stresswirkung senkrecht zu den seitlichen Gangbegrenzungsflächen, welcher die anfängliche Schieferung und Streckung des Ganggesteins zu verdanken ist, muss nachträglich eine weitere Stresswirkung, normal zur vorigen, gefolgt sein, die sich in hebendem Sinne geltend machte und in der Richtung der Resultante die schief verlaufende Fältelung erzeugte, verbunden mit einer schief zu den Kämmen gerichteten Streifung auf der Hauptfältelungsfläche, die auf dem nunmehrigen seidenglänzenden dunkelgrauen Phyllit sehr deutlich hervortritt. Damit ist zugleich ausgedrückt, dass das Gestein gegen den Rand hin immer feiner und feiner wird, wohl infolge von Kataklase. Auch im unmittelbar anliegenden Fibbiagneis ist deutliche Schieferung und Streckung erkennbar; das Studium des Querbruches spricht aber dafür, dass in Wahrheit eine unvollkommen entwickelte Fältelung vorliegen dürfte, mit einer ähnlichen Genesis, wie die oben angedeutete. — Der gefältelte Lamprophyr lässt im mikroskopischen Bilde eine auffallende Anreicherung an Calcitkörnern, Quarzkörnern und farblosen Glimmerschuppen erkennen, während die körnigen Epidote sehr zurücktreten und nur noch in spärlichen Individuen den langen Zügen dunkeln und hellen Glimmers eingefügt sind, welche die ge-

	4. Metamorpher Kersantit oberhalb des Fieudweges.			Gefältelte phyllitische Randzone desselben		
		Mol. Quot.	Mol. Proz.		Mol. Quot.	Mol. Proz.
SiO_2	54,60	93,90	60,52	59,00	102,43	67,88
TiO_2	0,91			0,86		
P_2O_5	0,26			0,27		
CO_2	0,62			0,34		
Al_2O_3	16,77	16,72	10,78	17,01	17,15	11,37
Fe_2O_3	2,87	10,04	6,47	2,85	9,94	6,59
FeO	4,47			4,35		
MnO	0,06			0,05		
MgO	5,04	12,80	8,25	3,24	8,32	5,52
CaO	6,20	11,25	7,25	1,66	3,05	2,02
Na_2O	3,55	5,82	3,75	1,05	1,74	1,15
K_2O	4,28	4,63	2,98	7,55	8,26	5,47
H_2O+	0,75	—	—	1,66	—	—
H_2O-	0,02	—	—	0,08	—	—
	100,40	155,15	100,00	99,97	150,89	100,00

Spez. Gewichte: 2,82. Spez. Gewichte: 2,80.

Werte nach A. Osann:
s = 60,52 F = 17,92
A = 6,73 M = 3,20
C = 4,05 T = 0
Projektionswerte:
$a_{4,5}\ c_{3}\ f_{12,5}$
SALF = 19,5 3,5 7
AlC Alk = 13 9 8
NK = 5,6 MC = 5,3
Werte nach P. Niggli:
Si = 153
al = 27 fm = 37 c = 18,5 alk = 17,5
k = 0,44 mg = 0,56 cf = 0,49

Werte nach A. Osann:
s = 67,88 F = 9,38
A = 6,62 M = 0
C = 2,02 T = 2,73
Projektionswerte:
$a_{6,5}\ c_{4,5}\ f_{9}$
SAlF = 22 3,5 4,5
AlC Alk = 17 3 10
NK = 1,74 MC = 7,31
Werte nach P. Niggli:
Si = 220
al = 37 fm = 35 c = 6,5 alk = 21,5
k = 0,83 mg = 0,51 cf = 0,19

Porphyrartiger Fibbiagranit,
Steinbrüche südlich vom Hospiz.

Geschieferter Fibbiagranit,
Randzone östlich Lamprophyr Nr. 4

		Mol. Quot.	Mol. Proz.		Mol. Quot.	Mol. Proz.
SiO_2	72,02	121,33	79,07	67,87	119,78	76,42
TiO_2	0,27			0,45		
P_2O_5	0,42			0,41		
CO_2	0,00			0,86		
Al_2O_3	14,45	14,24	9,27	12,48	12,49	7,97
Fe_2O_3	0,52	2,89	1,87	1,51	6,03	3,85
FeO	1,57			2,87		
MnO	0,03			0,03		
MgO	0,21	0,52	0,33	2,99	7,62	4,86
CaO	2,27	4,07	2,64	2,19	4,00	2,56
Na_2O	3,21	5,19	3,37	1,23	2,02	1,22
K_2O	4,84	5,20	3,45	4,41	4,80	3,12
H_2O+	0,46	—	—	1,05	—	—
H_2O-	0,00	—	—	0,00	—	—
	100,27	153,54	100,00	100,35	156,74	100,00

Spez. Gewicht: 2,65.

Spez. Gewicht: 2,71!

Werte nach A. Osann:
s = 79,07 F = 2,39
A = 6,82 M = 0,19
C = 2,45 T = 0
Projektionswerte:
$a_{12}\ c_{4}\ f_{4}$
SAlF = 25,5 3 1,5
AlC Alk = 15 4 11
NK = 4,9 MC = 1,7
Werte nach P. Niggli:
Si = 378
al = 44,5 fm = 11 c = 12,5 alk = 32
k = 0,50 mg = 0,51 cf = 1,20

Werte nach A. Osann:
s = 76,42 F = 9,78
A = 4,34 M = 0
C = 2,56 T = 1,07
Projektionswerte:
$a_{5}\ c_{3}\ f_{12}$
SAlF = 24 2,5 3,5
AlC Alk = 16 5 9
Nk = 2,8 MC = 6,5
Werte nach P. Niggli:
Si = 327
al = 33 fm = 37 c = 11 alk = 19
k = 0,70 mg = 0,57 cf = 0,39

streckten Mittelschenkel markieren. In der ausgesprochen phyllitischen Randzone fehlt das Carbonat nahezu ganz; neben den beiden Glimmern (der farblose als Sericit), treten vorwiegend Quarz und Albit in die Erscheinung, besonders an den Umbiegungsstellen. Epidote fehlen, dagegen bemerkt man einzelne Pyrite mit Limoniträndern.

Es war von Interesse, die chemische Zusammensetzung sowohl des Randphyllites, als auch die der angrenzenden, geschieferten und normalen Formen des porphyrartigen Fibbiagneises kennen zu lernen, weshalb dieselben der Analyse unterworfen wurden, deren Resultate behufs Vergleichung vorstehend zusammengestellt sind.

Keine der zahlreichen mir zugänglichen Kersantitanalysen stimmt mit der oben angeführten Analyse des 4. Kersantites einigermassen überein, auch mit keinem von denen, die Fr. Weber im östlichen Aarmassiv gefunden und L. Hezner analysiert hat[1]), was vermuten lässt, dass ein Gestein vorliegt, welches aus seiner Umgebung stofflich beeinflusst wurde. Die Vergleichung des Chemismus von Hauptgestein und Randzone ergibt, dass letztere eine bedeutende Zunahme an SiO_2 und K_2O, eine schwächere von Al_2O_3 aufweist, gegenüber einer stärkeren Abnahme von MgO, CaO und Na_2O bei ungefähr gleichbleibendem Eisengehalt. Die Gegenüberstellung von Fibbiagranit und seiner schieferigen randlichen Abart lässt andererseits eine bedeutende Abnahme des letzteren an SiO_2, Al_2O_3 und Na_2O, neben einer schwächeren von K_2O erkennen, dagegen eine wesentliche Steigerung des Gehaltes an FeO und MgO. Angesichts dieser Verhältnisse scheint es ziemlich wahrscheinlich, dass zwischen geschiefertem Fibbiagranit und Lamprophyr ein etwelcher Stoffaustausch stattfand in dem Sinne, dass der erstere SiO_2, Al_2O_3 und K_2O nach dem Kersantit abgab und dadurch in diesem randlich die Ausbildung von Sericit, sowie eine Mehrung des Quarzes veranlasst hat, während umgekehrt der Granit in seiner gneisigen Form unter Aufnahme von FeO und MgO aus dem Lamprophyr eine Steigerung der femischen Gemengteile in der Form von Biotit erfuhr. — Zu meinem grössten Bedauern konnte ich der Kriegslage wegen mir über das geschieferte Fibbiagestein keine Dünnschliffe mehr verschaffen, so dass die Möglichkeit nicht gegeben war, die angedeutete stoffliche Abänderung dieses Gesteins auch noch mikroskopisch nach der mineralogischen Seite zu kontrollieren.

Vom westlichen Ende des Kersantites Nr. 2 (aus der Infanteriestellung) sich in seiner Streichrichtung vorwärts bewegend, trifft man nach ungefähr 120 m einen weiteren ca. 10 m mächtigen Lamprophyr, dessen Anwesenheit sich durch den dort eingegrabenen Wasserzug im Terrain leicht kenntlich macht, eine Beziehung, welche das Auffinden dieser leicht erodierbaren Ganggesteine ausserordentlich erleichtert. Der Gang verläuft, ähnlich wie der vorige, ziemlich normal zum Streichen des herrschenden Augengneises, kann abwärts verfolgt werden bis nahe an den Fieudweg, aufwärts bis zu einer Höhe von 2260 m.

---

[1]) Vergl. Vierteljahrsschrift, Jahrgang 61, 1916, S. 165 u. 166.

Sein Gesteinshabitus schwankt einigermassen; die vorherrschende Form ist ziemlich grobkörnig und von gestreckter bis schieferiger Textur. Gegen die Höhe und den Rand hin wird es feinkörniger, oben mehr massig und sichtlich saurer, randlich wieder deutlich schieferig und glimmerreicher. Auch im Hauptgestein treten neben weissen salischen Schlieren und Adern gelegentlich femische Flecken auf und verleihen dem sonst harmonischen Gesteinsbild einen etwas unruhigen Charakter. Schon von blossem Auge erkennt man neben den glänzend schwarzen, langen Biotitflanschen die mattschwarzen stengeligen Hornblenden innerhalb einer weissen oder schwach grauen, körnigen Zwischenmasse. — Unter dem Mikroskop zeigt das normale Gestein angesichts der ungefähr gleichen Grösse aller seiner Komponenten homöoblastische Struktur; ein feinerkörniges Grundgewebe fehlt durchaus, ebensowenig sieht man grössere, poikiloblastische Felder von Albiten. Zu den gebuchteten satt braungrünen, nach strohgelb pleochroitischen Biotitblättern gesellen sich in annähernd gleicher Zahl Leisten und körnige Querschnitte der Hornblendestengel, an denen öfter (110) und (010) die Umgrenzung bestimmen. Die Auslöschungsschiefe c/ep beträgt 21°; für ep erscheint die Farbe blaugrün, nach em dunkelgrün und nach eg hellgelbgrün. Zahlreiche Individuen zeigen eine dunkle, scheinbar schmutzige Zentralzone, die man anfänglich einer Magnetiteinlagerung zuschreiben möchte, bis man bemerkt, dass auf dem Wege der Sammelkristallisation sich daraus unzweifelhafte Rutilkörner entwickeln, wie sie in ähnlicher Weise auch in den Biotiten zutage treten und in beiden Fällen als Entmischungsprodukte gedeutet werden müssen. Pseudomorphosen von Biotit nach Hornblende, die man erwartet, werden nicht angetroffen, wohl aber einzelne Übergänge in Chlorit. Epidot ist in kleineren Körnern ziemlich gleichmässig verteilt, da und dort auch gehäuft, Stellen, die man wieder ehemaligen Plagioklasen zuschreiben darf. Albite und Quarze bilden zu ungefähr gleichen Teilen die klaren, farblosen Zwischenfelder. Einzelne limonitisierte Pyrite, kleinere Aggregate von Magnetkies und ganz seltene Turmalinstengelchen ergänzen das Gesteinsbild; Carbonat wurde wenig beobachtet. Das vorliegende metamorphe Gestein dürfte die Mitte halten zwischen Kersantit und Spessartit; ein Teil der Alkalien mag in der Hornblende Aufnahme gefunden haben.

In der deutlich geschieferten, feinschuppigen, glimmerreichen Randzone fehlen die Hornblenden; Biotite und eben so zahlreiche zwischengelagerte Muskovite markieren Kristallisationsschieferung, welche sich aber in Querschnitten als helicitische Textur entpuppt. Im farblosen Zwischenfeld erscheinen vermehrte Quarzkörner und grössere poikiloblastische Albitfelder, mit spärlicher eingestreuten Epidoten in kleineren und grösseren Individuen; auch einzelne Zirkonkörnchen wurden beobachtet. Auffallend ist ziemlich häufiger, in grösseren und kleineren Körnern ganz unregelmässig eingelagerter

5. Kersantit-Spessartit oberhalb des Fieudweges.

		Mol. Quot.	Mol. Proz.
SiO_2	52,72	91,23	59,68
TiO_2	0,95		
P_2O_5	0,49		
CO_2	2,01		
Al_2O_3	18,79	19,15	12,53
Fe_2O_3	0,00	6,86	4,49
FeO	4,69		
MnO	0,06		
MgO	4,88	12,67	8,29
CaO	7,27	13,48	8,82
Na_2O	3,21	5,39	3,53
K_2O	3,69	4,07	2,66
H_2O+	0,88	—	—
H_2O-	0,07	—	—
	99,71	152,85	100,00

Spez. Gewicht: 2,83.

Werte nach A. Osann:

s = 59,68 F = 15,26
A = 6,19 M = 2,48
C = 6,34 T = 0

Projektionswerte:

$a_{5,5}$ $c_{1,5}$ f_{13}
SAlF = 19 4 7
AlCAlk = 13,5 9,5 7
NK = 5,7 MC = 4,8

Werte nach P. Niggli:

Si = 149
al = 31 fm = 32,5 c = 21,5 alk = 15
k = 0,56 mg = 0,65 cf = 0,67

Feinschuppige Randzone desselben

	Mol. Quot.	Mol. Proz.
52,50	97,47	63,21
0,99		
0,21		
3,44		
16,45	16,28	10,55
2,99	9,12	5,91
3,74		
0,07		
3,88	9,80	6,35
7,20	13,00	8,43
1,83	2,98	1,93
5,14	5,52	3,62
1,27	—	—
0,12	—	—
99,83	154,17	100,00

Spez. Gewicht: 2,81.

Werte nach A. Osann:

s = 63,21 F = 16,08
A = 5,55 M = 3,82
C = 5,00 T = 0

Projektionswerte:

a_4 c_4 f_{12}
SAlF = 20 3,5 6,5
AlCAlk = 13 10 7
NK = 3,5 MC = 4,3

Werte nach P. Niggli:

S = 157
al = 29 fm = 33 c = 23 alk = 15
k = 0,65 mg = 0,52 cf = 0,75

Calcit. Für diesen Gang wurde ebenfalls sowohl das Hauptgestein, als auch die Randzone der chemischen Prüfung unterworfen mit nachfolgenden Resultaten.

In der von A. Osann l. c. publizierten Zusammenstellung von Analysen entspricht das Hauptgestein in den Projektionswerten sehr gut der Nr. 1203 (Hornblendelamprophyr von Cambewarra range N. S. W.); aus dem östlichen Aarmassiv kommt ihm der von Fr. Weber entdeckte Spessartit vom Stöckligrat nordwestlich vom Lautersee (l. c.) sehr nahe. — Die Vergleichung zwischen Randzone und Hauptgestein lässt bei ersterer einen stärkeren Gehalt an SiO_2, Eisenoxyden und K_2O erkennen, woraus ihr grösserer Gehalt an Glimmer, besonders auch an Sericit sich erklärt, sowie der angereicherte Quarz; die Zunahme an CO_2 entspricht dem vermehrten Carbonat. Die Abnahme an Al_2O_3 und Na_2O dürfte mit dem Ausscheiden der alkalihaltigen Hornblende zusammenhängen. Es liegt demnach nur eine der normalen Abweichungen im Chemismus der Randzone vor und stoffliche Beeinflussung aus der Umgebung scheint ausgeschlossen.

60—70 m nordwestlich der Militärbaracken liegt ein weiterer ähnlicher Gang von 6 m Mächtigkeit, senkrecht zum allgemeinen Schieferstreichen, bergaufwärts ungefähr 200 m weit zu verfolgen; dann verschwindet er im Terrain. Seine Klüftung geht parallel der herrschenden Schieferungsfläche; die ebenfalls lineare Textur macht sich makroskopisch wenig bemerkbar, scheint eher massig zu sein. Das Gestein gleicht zum Verwechseln der mehr massigen Varietät des vorigen Ganges; doch lässt sich schon mit der Lupe erkennen, dass die Zahl der mattschwarzen Hornblendestengel grösser ist, als diejenige der in die Länge sich dehnenden glänzendschwarzen Biotitblätter. Auch die zwischenliegenden mattweissen Gemengteile machen sich etwas stärker geltend, ebenso salische Flecken. Femische Konkretionen werden nicht wahrgenommen. — Diese Wahrnehmungen werden mikroskopisch bestätigt: Die im Bilde entschieden vorherrschende Hornblende hat dieselben optischen Eigenschaften wie oben, ihre Stengel sind aber länger und dünner: auch der Biotit ist der nämliche. Von diesen beiden Komponenten lassen sich leicht grössere und kleinere Individuen unterscheiden, weshalb man geneigt ist, die Struktur hier als porphyroblastisch zu bezeichnen, bei quarzitisch-albitischem Grundgewebe, mit vielen eingestreuten und lokal gehäuften Epidotkörnern. Die Quarzkörner dürften vorwiegen; grössere albitische Felder liegen nicht vor. Hornblende und Biotit sind oft mit einander verwachsen, die Tschermaksche Pseudomorphose fehlt. — Das metamorphe Gestein steht einem ursprünglichen Spessartit etwa so nahe wie das vorige, was sich auch durch die Resultate der chemischen Analyse bestätigt.

6. Metamorpher Spessartit-Kersantit, 60 m nordw. der Militärbaracken.

		Mol. Quot.	Mol. Proz.
SiO_2	55,90	95,33	62,05
TiO_2	0,83		
P_2O_5	0,33		
CO_2	0,00		
Al_2O_3	18,32	18,17	11,83
Fe_3O_3	1,60	8,82	5,74
FeO	4,96		
MnO	0,07		
MgO	4,06	10,25	6,67
CaO	6,56	11,86	7,72
Na_2O	3,20	5,23	3,40
K_2O	3,70	3,98	2,59
H_2O+	0,72	—	—
H_2O-	0,00	—	—
	100,28	153,64	100,00

Spez. Gewicht: 2,82.

Werte nach A. Osann:

$s = 62,05$ $F = 14,29$

$A = 5,99$ $M = 1,88$

$C = 5,84$ $T = 0$

Projektionswerte:

$a_{4,5}$ $c_{4,5}$ f_{11}

S Al F 19,5 4 4,5

Al C Alk 14 9 7

NK = 5,6 MC = 4,6

Werte nach P. Niggli:

Si = 162

al = 31 fm = 33 c = 20 alk = 16

k = 0,43 mg = 0,54 cf = 0,61

Bezüglich Übereinstimmung mit andern verwandten Lamprophyren gilt das beim vorigen Beispiel Mitgeteilte. Das Gestein ist bloss etwas reicher an SiO_2.

Parallel dem vorletzten Kersantit-Spessartitgang und ungefähr 40 m unterhalb desselben streicht ein weiterer, ca. 1 m mächtiger Lamprophyr, der im Ronco della Fibbia sichtbar wird und sich an 30 m weit verfolgen lässt. Sein Gestein zeigt randlich beidseitig neben feinerem Korn Schieferung bis Streckung, am Westrand auch schwache Fältelung. — An seinem nördlichen Ausklingen wird es in der Gangmitte auffallend grobkörnig und von sehr schwacher Kornbindung. Neben den schwarzen Biotitblättern erkennt man dort in ihm nur noch einen grauen, glasglänzenden, körnigen Gemengteil, der unter dem Mikroskop sich als wasserklarer Albit erweist, mit der Tendenz, grössere poikiloblastische Felder zu bilden, in denen neben kleineren Biotitblättchen nur spärliche Epidotkörnchen beherbergt werden; Quarz scheint bloss in seltenen Zwickeln vorzuliegen. Der Biotit zeigt einen Pleochroismus von braungrün nach strohgelb; sein optischer Achsenwinkel ist sehr klein, bei symmetrischer Lage der Achsenebene, wie sich aus dem Parallelismus derselben mit deutlichen Teilen von gradliniger Umgrenzung der Blättchen erkennen lässt, sodass ein Glimmer II. Art vorliegt. Derselbe ist auffallend rein und da er sich leicht aus dem Gesteinspulver isolieren liess, wurde seine Analyse ausgeführt, mit den nachstehend vorgelegten Ergebnissen, die sich durch Umrechnung leicht auf die Formel $(SiO_4)_3 Al_3 K_2 H$, $4\ SiO_4 MgFe$ bringen lassen, so dass ein Biotit, resp. Lepidomelan, vorliegen dürfte, der annähernd die Hälfte des Gesteines bildet.

SiO_2	36,98	Fe_2O_3	2,79	MgO	10,88	K_2O	10,82
TiO_2	1,71	FeO	16,87	CaO	0,00	H_2O+	1,87
Al_2O_3	17,11	MnO	0,22	Na_2O	0,60	H_2O-	0,11

Summe 99,96
Spez. Gewicht: 3,015.

Das Gestein der randlichen Zonen ist von fast einheitlich schwarzer Farbe. Mit der Lupe erkennt man zwischen den Glimmerschuppen noch graue glänzende Körner. Auch das Mikroskop bestätigt gegenüber dem groben Zentralgestein den deutlichen Zuwachs an Glimmer, dessen Farbe hier stärker ins braune geht, wiederum mit Wechsel nach strohgelb. Die Abwesenheit von Einschlüssen ist weniger auffallend, da insbesondere die überall verteilten, grösseren und kleineren Epidotkörner auch vom Glimmer beherbergt werden. Poikiloblastische Albitfelder liegen nur noch spärlich vor, begleitet von zahlreicheren Quarz- und Calcitkörnern. Ein Grundgewebe kann nicht erkannt werden, sodass die Struktur auch hier, ähnlich wie oben, homöoblastisch erscheint. Besonders in den Längsschnitten offenbart sich an Hand der Biotitzüge eine scheinbare Kristallisationsschieferung, die man aber unter Berücksichtigung des Bildes der Gesteinsquerschnitte eher als Kristallisationsstreckung bezeichnen wird.

Sowohl das grobe Zentralgestein, als Proben von den beiden randlichen Zonen des Ganges wurden der chemischen Analyse unterworfen und ergaben die nachfolgend übersichtlich zusammengestellten Resultate und systematischen Werte, die, wie sich aus dem Bisherigen erwarten lässt, kersantitischen Charakter haben.

7. Metamorpher Kersantit, Ronco della Fibbia.

	Östliche Randzone			Zentrale Schliere			Westliche Randzone		
		Mol. Quot.	Mol. Proz.		Mol. Quot.	Mol. Proz.		Mol. Quot.	Mol. Proz
SiO_2	47,96	83,93	53,77	42,73	77,50	52,10	47,02	82,23	52,93
TiO_2	0,74			1,14			0,86		
P_2O_5	0,12			0,05			0,24		
CO_2	1,81			0,00			1,34		
Al_2O_3	16,10	16,36	10,48	20,27	20,72	13,90	17,38	17,61	11,32
Fe_2O_3	1,79	12,61	8,04	1,50	21,76	14,63	1,06	12,35	7,93
FeO	7,06			13,40			7,35		
MnO	0,09			0,21			0,10		
MgO	8,43	21,87	14,01	7,25	12,75	8,57	8,15	21,05	13,60
CaO	6,45	11,95	7,66	1,86	3,46	2,33	7,15	13,20	8,49
Na_2O	0,71	1,19	0,76	2,21	3,71	2,49	0,72	1,19	0,78
K_2O	7,43	8,18	5,24	8,01	8,89	5,98	7,02	7,72	4,95
H_2O+	1,22	—	—	1,20	—	—	1,17	—	—
H_2O-	0,00	—	—	0,05	—	—	0,04	—	—
	99,91	156,09	100,00	99,86	148.79	100,00	99,80	155,35	100,00
	Spez. Gewicht: 2,92.			Spez. Gewicht: 2,93.			Spez. Gewicht: 2,94.		

Werte nach A. Osann:	Werte nach A. Osann:	Werte nach A. Osann:
s = 53,77 F = 25,27	s = 52,10 F = 20,10	s = 52,93 F = 24,43
A = 6,00 M = 3,18	A = 8,47 M = 0	A = 5,73 M = 2,90
C = 4,48 T = 0	C = 2,33 T = 3,10	C = 5,59 T = 0
Projektionswerte:	Projektionswerte:	Projektionswerte:
$a_{3,5}$ $c_{2,5}$ f_{14}	$a_{5,5}$ $c_{1,5}$ f_{13}	a_8 c_3 f_{14}
SAlF = 17 3,5 9,5	SAlF = 17 4,5 8,5	SAlF = 17 3,5 9,5
AlCAlk = 13 9,5 7,5	AlCAlk = 17 3 10	AlCAlk = 13 10 7
NK = 1,3 MC = 6,4	NK = 2,9 MC = 7,9	NK = 1,4 MC = 6,1
Werte nach P. Niggli:	Werte nach P. Niggli:	Werte nach P. Niggli:
Si = 116	Si = 106	Si = 112
al = 23 fm = 48	al = 29 fm = 48	al = 24 fm = 46
c = 16 alk = 13	c = 5 alk = 18	c = 18 alk = 12
k = 0,88 mg = 0,64	k = 0,70 mg = 0,37	k = 0,86 mg = 0,63
cf = 0,35	cf = 0,10	cf = 0,39

Die beiden Randzonen zeigen eine überraschende Ähnlichkeit in der Zusammensetzung und haben gemäss den Werten SAlF und und AlCAlk noch ausgesprochen kersantitischen Habitus. Thüringische und norwegische Kersantite kommen ihnen darin in der Osannschen Zusammenstellung (l. c. Nr. 1210—1212) sehr nahe; nur die Werte für NK weichen stärker ab. Der hohe Gehalt an K_2O macht die reiche Glimmerführung verständlich; eine stoffliche Beeinflussung von Seite des umgebenden Fibbiagneises lässt sich nicht erkennen. Dagegen passt die zentrale grobkörnige Varietät des obern Gangendes nirgends hinein. In den Werten für SAlF kommen allerdings Anklänge an Kersantit zum Ausdruck, diejenigen für AlCAlk, NK und MC stehen aber damit in keiner Weise im Einklang. Offenbar hat man es bloss mit einer lokalen, schlierenförmigen Abänderung des Kersantites zu tun und nicht mit einer selbständigen Gesteinsart.

* * *

Die im Vorstehenden untersuchten sieben Lamprophyre liegen alle im porphyrartigen „Fibbiagneis“; Nr. 2 ist in eine Längskluft desselben eingedrungen, alle andern dagegen in Querspalten. Maximale Stresswirkungen, die senkrecht zu den seitlichen Begrenzungsflächen der Gänge anlässlich tektonischer Verschiebungen sich geltend machten, hatten für die verfestigten, massigen Ganggesteine eine nachträgliche Kristallisationsschieferung bis Kristallisationsstreckung zur Folge, verbunden mit der Erzeugung einer kristalloblastischen Struktur und einer Epidotisierung des anorthitischen Anteils der ursprünglich vorhandenen Plagioklase. Die Gesteine behielten dabei, mit Ausnahme von Nr. 4, ihren chemischen Charakter ziemlich unverändert bei; sie wurden metamorph.

Ihr Chemismus verweist sie in die Gruppe der Kersantite, für Nr. 5 und 6 mit deutlicher Annäherung an Spessartite. Die Projektionswerte der einzelnen Lamprophyre stimmen unter einander teils vollkommen überein, wie bei 1 und 3, 5 und 6, teils stehen sie sich sehr nahe, so dass sie im bezüglichen Osannschen Projektionsdreieck in ihren Punkten entweder sich decken oder doch sehr benachbart sind, alle im dioritischen Felde liegend. — Auch die neueren Projektionswerte SAlF und AlCAlk, sowie NK und MC zeigen für die verschiedenen Hauptgesteine nur kleinere Verschiebungen, weshalb auch in den SAlF- und AlCAlk-Dreiecken die Projektionspunkte ganz nahe beisammen stehen. Aus diesem Grunde durfte von der zeichnerischen Ausführung der Projektionen abgesehen werden.

Endlich weisen auch die Werte nach Niggli für die verschiedenen Lamprophyre nur geringe Differenzen auf; immerhin sind die Abweichungen etwas grösser als zwischen den Osannschen Werten; am empfindlichsten scheint die Si-Zahl zu sein, die von 176—145 sinken kann, beziehungsweise unter Berücksichtigung von Nr. 7 sogar bis 116 und 112, welcher starke Ausschlag die Vermutung weckt, es möchte sich bei den Gesteinen von Nr. 7 vielleicht nur um basische Randzonen eines einstweilen noch nicht bekannten Hauptgesteines handeln. Für die sichere Handhabung dieses Maßstabes mangelt zurzeit noch die nötige Breite der Erfahrung.

Keiner der untersuchten Lamprophyre gleicht aber einem der andern in allen Werten, es deckt sich auch keiner mit irgend einem der von P. Waindziok (l. c.) untersuchten Beispiele (Melanokrate Gänge Nr. 1—4) aus dem Fibbiagranitgneis, gewiss ein sprechender Ausdruck für den Grad der Variabilität dieser dunklen Gänge innerhalb eines kleinen Gebietes und bei gleicher Umgebung. Jeder dieser Gänge erscheint in der magmatischen Spaltung als ein besonderes, streng individuelles Produkt, als eine Person für sich.

Für den 4. Lamprophyr, mit der gefältelten Randzone, ergab sich neben einer nachträglichen tektonischen Umbildung (Phyllitisierung und Fältelung) auch eine Verschiebung im Chemismus unter Zunahme des SiO_2-Gehaltes durch den Einfluss des sauren Nebengesteins (Fibbiagranitgneis), der auch im Hauptgestein noch spürbar erscheint; bei Nr. 7 zeigt sich die Ausbildung einer abnorm gearteten, lokalen Schliere.

Aus der Talgeschichte der Via Mala.

Von

A. **Buxtorf** (Basel).

(Hiezu Tafel X—XIII.)

(Als Manuskript eingegangen am 15. Januar 1919.)

Es hat von jeher zu den reizvollsten, aber auch schwierigsten Aufgaben der Alpengeologie gehört, der Geschichte der alpinen Talläufe nachzuspüren und im Einzelnen die Ursachen aufzudecken, denen das heutige Bild seine Formenfülle verdankt. Einer unendlichen Mannigfaltigkeit der Erscheinungen stehen wir hier gegenüber: trotzdem die formenden Kräfte allenthalben dieselben waren, hat ihre Wirkung sich so oder anders vollziehen müssen, je nach den Wegen, die ihnen die gegebene geologische Beschaffenheit des Untergrundes von allem Anfang an vorgeschrieben hat. So bietet jedes Talsystem seine eigenen Probleme dar und wer aufmerksam unsere Alpentäler durchwandert, wird der Fragen nicht Herr, die von allen Seiten auf ihn eindrängen. Vollends wird er sich dessen bewusst, wenn er das Wagnis unternimmt, aus der Fülle der Beispiele eines herauszugreifen und in seine intimsten Züge zu verfolgen. Wo der bisherigen Forschung die Fragestellung und ihre Beantwortung einfach und gegeben schienen, stellen sich unerwartete Schwierigkeiten entgegen, immer neue Seiten des Problems treten ins grelle Licht, die Lösung wird reizvoller, aber auch die Beantwortung schwieriger und häufig unsicher. Mit den nachfolgenden Ausführungen möchte ich versuchen, die Aufmerksamkeit auf ein derartiges Beispiel hinzuweisen, das meines Wissens, und ich möchte beifügen merkwürdigerweise und wohl durch Zufall, bis heute nicht die Beachtung gefunden hat, die ihm gebühren dürfte: ich meine die Talgeschichte der Via Mala.

In seiner „Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein“ (Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, 25. Lieferung, S. 456 und ff.) schildert Prof. Alb. Heim, dass kaum irgendwo die Stufung eines Tales auffallender sich zeige als beim Hinterrheintal, wo in regelmässiger Folge enge wilde Schluchten mit weiten offenen Talstrecken wechseln.

Am schärfsten tritt dies im Mittellaufe des Flusses in Erscheinung: auf die ebene Talfläche des Domleschg folgt von Thusis flussaufwärts die wilde, düstere Schlucht der Via Mala, die sich nach oben fast unvermittelt öffnet in die in üppigem Wiesenschmuck prangende Talweitung des Schams.

So eng eingeschlossen die Via Mala heute auch erscheinen mag zwischen den felsdurchsetzten Abhängen, die ostwärts zu den Muttnerbergen und dem Muttnerhorn, westwärts zum Crapschalverkopf und Summapunt hinaufleiten (vergl. die Karte der Tafel X), so fällt doch jedem, der von Thusis aus den Auslauf der Via Mala aufmerksam betrachtet, die eigentümlich gegliederte Kontur der beidseitig angrenzenden Berge auf. Der vorspringende Felskopf der Ruine Hohen Rhätien wird vom östlich benachbarten Gebiet von Graschenna durch eine deutliche Einsattelung getrennt; Hohen Rhätien bricht nach Westen in lotrechten Wänden zum Bett des Hinterrheins ab. Auffallend ist, wie der westlich sich erhebende Felskopf von Crapteig in allen Einzelheiten die Kontur der Felsnase von Hohen Rhätien wiederholt: nach Osten mehr ein allmähliges Ansteigen des Abhangs, nach Westen hohe Felswände, die unvermittelt zum Wiesengelände von Uebernolla abstürzen (vgl. Profil 15 der Tafel X). Von Uebernolla dem Saisabach aufwärts folgend gelangt man zum Sattel von Rongellen (Prof. 13), welcher die Crapteighöhe von den westlich benachbarten Abhängen des Saisawaldes und des Crapschalverkopfes trennt und vom alten, über Ober-Rongellen (1016 m) führenden Via Mala-Weg benützt wurde, bevor im Jahre 1822 das Strassenstück von Rongellen durchs Verlorene Loch nach Thusis erstellt worden war (vgl. Tafel X). Unwillkürlich drängt sich beim Betrachten der beiden auffallenden Depressionen, derjenigen östlich Hohen Rhätien und derjenigen von Rongellen der Gedanke auf, dass man es wohl mit ehemaligen Talwegen des Hinterrheins zu tun habe und also die heutige Schlucht durchs Verlorene Loch verhältnismässig junger Entstehung sein müsse. Wiederum war es m. W. Alb. Heim, der erstmals diese Auffassung zur Diskussion gestellt hat; er schreibt (a. a. O. S. 461): „Spuren alter Flussläufe gehen bei Hohen Rhätien 950 m und Rongellen 1016 m viel höher hinauf, als der Talboden von Schams (910 m am obern Eintritt in die Via Mala).“ Alb. Heim vertritt also die Ansicht, es seien uns in den Einsattelungen von Hohen Rhätien und Rongellen Teilstücke ehemals hier verlaufender, alter Betten des Hinterrheins erhalten geblieben; wir hätten demnach für den Abschnitt Rongellen-Thusis Flussverschiebungen von beträchtlichem Ausmass anzunehmen.

Eine nähere Prüfung der mit dieser Erkenntnis verknüpften weitern Fragen ist in der Folge unterblieben; die Veranlassung das Problem aufzugreifen und weiter zu verfolgen ergab sich mir aber Ende September 1918, als ein Zufall mich in der Via Mala eine Reihe neuer Beobachtungen machen liess, die die früheren Feststellungen Heims in den Brennpunkt meines Interesses rückten.

Bevor aber in Einzelheiten eingetreten werden darf, ist es nötig einen kurzen

Geologischen Überblick über die Via Mala

zu geben, wobei uns wiederum die trefflichen Ausführungen von Alb. Heim die sichere Wegleitung geben.

Die Via Mala ist auf der ganzen Strecke vom Schluchteingang unterhalb Zillis (915 m) bis hinab nach Thusis (690 m) ein typisches Quertal. Als Ganzes betrachtet verläuft die Schlucht genau Süd-Nord; das Streichen der Gesteinsschichten geht quer dazu und weist sehr beständig von WSW nach ENE; trotz zahlreichen sekundären Fältelungen ist ein allgemeines, ca. 30—50° betragendes SSE-Fallen der Schichten allenthalben erkennbar.[1])

Die Gesteinsfolge selber ist von ermüdender Gleichförmigkeit: tonige, gelegentlich graphitähnlich glänzende Schiefer wechseln mit kalkreichern Lagen; tritt der Tongehalt zurück, so entwickeln sich schiefrige oder mehr dickbankige Kalke, die häufig durch beigemengtes sandiges Material alle Übergänge zu Sandkalken und feinbrecciösen, kieseligen Kalken zeigen. Gesteine der letztern Art kennzeichnen besonders das Verlorene Loch und bedingen die Steilabstürze von Hohen Rhätien und Crapteig. Über das Alter aller dieser, als Via Mala-Schiefer zusammengefassten Gesteine sind wir nicht genauer unterrichtet; immerhin besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, dass sie dem jüngern Mesozoikum (wahrscheinlich inklusive Alttertiär) angehören dürften, die Mitbeteiligung von unterm Jura ist aber nicht ausgeschlossen.

Da es bis jetzt nicht geglückt ist, innerhalb der über 4000 m mächtigen, durch zahlreiche Fältelungen gestauten Masse der Via Mala-Schiefer irgendwelche stratigraphische Gesetzmässigkeiten nachzuweisen, so fehlt uns heute auch die Möglichkeit ihren Gebirgsbau im Einzelnen zu entwirren und namentlich ihre genauere tektonische

---

[1]) Da die Profile der Tafeln X u. XI quer zur Schlucht gelegt sind und also ihre Richtung ziemlich genau mit dem Schichtstreichen zusammenfällt, so kommt das Einfallen nicht zum Ausdruck, die Schichten müssen im Schnitt vielmehr horizontal erscheinen.

Stellung im System der Ueberschiebungsdecken Mittel-Bündens festzulegen. Einen Versuch nach dieser Richtung hat F. Zyndel unternommen („Über den Gebirgsbau Mittelbündens“, Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge, 41. Liefg., S. 8); ein tragisches Geschick aber hat den reichbegabten jungen Forscher allzu früh seiner so vielversprechenden Arbeit entrissen.[1])

Auf eine im Gebirgsbau begründete, bisher nicht beachtete Eigentümlichkeit der Via Mala-Schlucht ist dagegen hier noch aufmerksam zu machen: Ich meine die symmetrische Anordnung der Seitentobel. Wer die Karte der Tafel X betrachtet oder noch besser die Siegfriedblätter Thusis und Andeer, dem muss es auffallen, wie immer einem Tobel der linken Talseite auch eines auf der rechten entspricht. Ich nenne als wichtigste solcher Tobelpaare: Rongellentobel—Traversinertobel, Tröglitobel—Badèrtobel, Summapunttobel—Flistobel, Cornlarsatobel—Spinga lungatobel; ihre Zahl würde aber noch bedeutend grösser sein, wenn auch die kleineren Bachrisse und Seitenschluchten auf der Karte Beachtung gefunden hätten. Geht man der Ursache der Erscheinung nach, so erkennt man leicht, dass im Grunde der Tobel oder ihrer nächsten Nähe tektonische Brüche verlaufen, längs denen auf einer meist nur ganz schmalen Zone eine Verruschelung und Verschleppung der Gesteinsschichten stattgefunden hat, genügend um der Erosion bestimmte Bahnen zu weisen. Es verraten uns also die Tobel ein ganzes System E-W oder WNW-ESE gerichteter Bruchflächen, deren Einfallen meist ein sehr steiles, fast vertikales ist. Das Streichen der Brüche quert das der Schichten unter spitzem Winkel und geht, allgemein gesprochen, dem Gesamtstreichen der Alpenkette parallel. Ob dieser interessanten Erscheinung eine regionale Ursache zu Grunde liegt und eventuell welche, scheint mir heute noch nicht spruchreif zu sein.

Betrachten wir nun

Das landschaftliche Gepräge der Via Mala

so zeigt sich eine von Natur gegebene, klare Dreiteilung der Schlucht: Zu oberst das Schluchtstück Zillis-Rongellen, die eigentliche Via Mala, hierauf die Weitung von Rongellen, und endlich der Abschnitt Rongellen-Thusis durchs Verlorene Loch.

Diese Gliederung ist in der geologischen Eigenart begründet. Wie dies schon Alb. Heim ausführlich darlegt, lässt sich leicht erkennen, dass die Via Mala trotz ihrer Enge Moränen in grosser Verbreitung aufweist. In der Nähe der dritten (obersten) Via Mala-Brücke tritt „durchtuffte, kleintrümmerige Grundmoräne" zu beiden Seiten und auch in der Sohle des heutigen Rheinbettes auf, dient der Brücke als Fundament und beweist die ehemals viel grössere Tiefe der Schlucht. Weiter unten erlaubt die Enge der Schlucht nur das gelegentliche Auftreten kleiner Moränenrelikte in Nischen und an weniger steilen Partien der Abhänge. In grösserer Verbreitung mögen Moränen sich auf den beidseitig über der Schlucht liegenden Maiensässen Sur Ansun, Girs, Badèr, Breitenberg, Acla sut, Fengst usw. finden, sie sind aber auf den beigegebenen Karten nicht ausgeschieden worden. Aus der Gesamtverteilung der Moränen aber ergiebt sich in unzweideutiger Weise, „dass die Gletscher im Allgemeinen die Via Mala-Schlucht schon bis in das Niveau der Strasse und zum Teil noch tiefer ausgefressen vorgefunden haben, und dass sie sich fast in alle Winkel des grossartigen Durchbruches hineingedrängt haben, mit einziger Ausnahme der tiefsten Erosionskesselrinnen." (Alb. Heim, a. a. O. S. 461.)

---

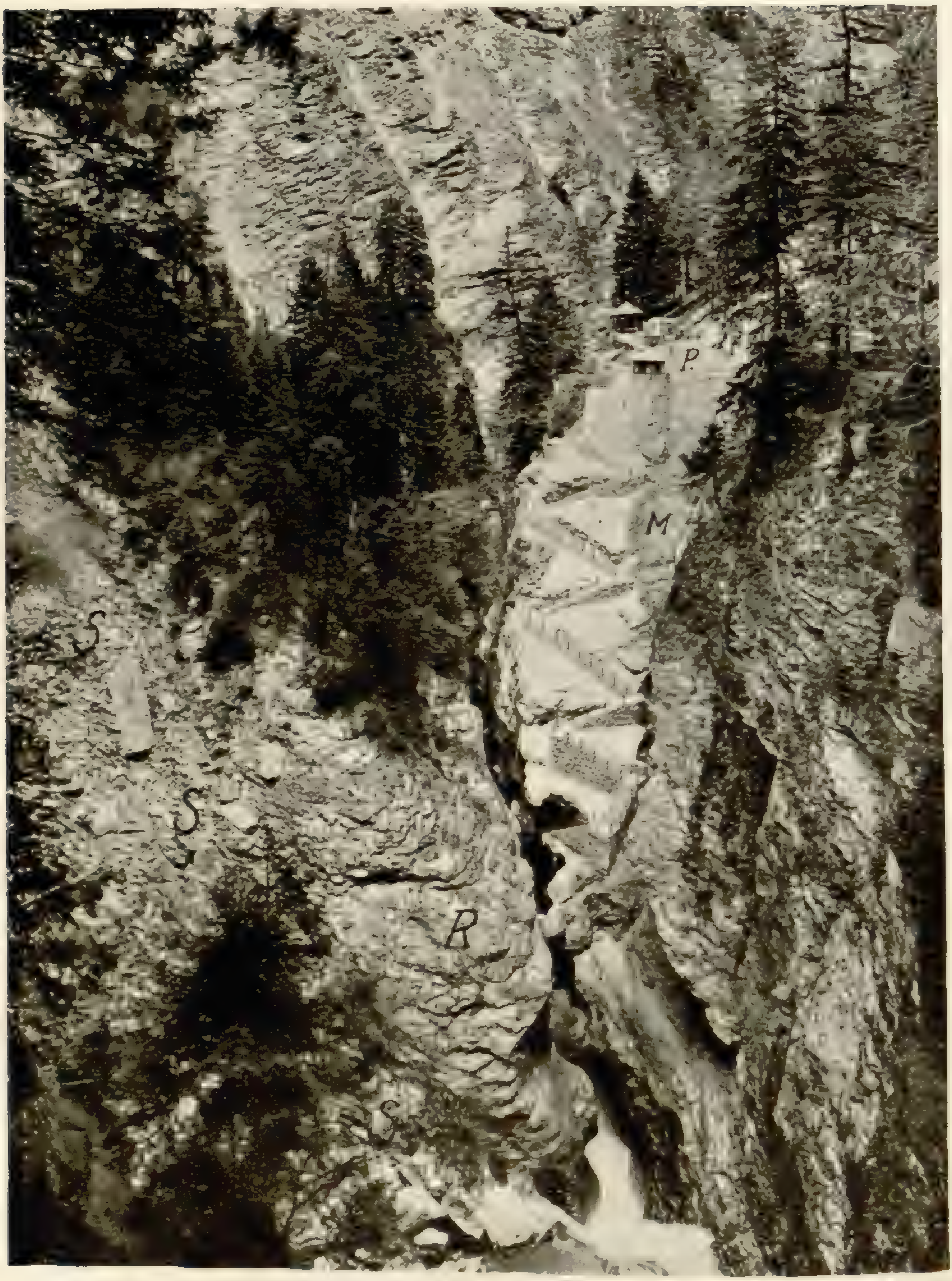
[1]) Es sei hier auch verwiesen auf die Abhandlung von D. Trümpy: Geol. Untersuchungen im westlichen Rhätikon. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. 46 Lief. 2. Abtlg., bes. S. 80—98.

Wir werden im Verfolge sehen, dass dieses Ergebnis noch weitern Ausbaus und mannigfacher Vertiefung bedarf, es behält aber seine allgemeine Gültigkeit insofern, als durch das Auftreten der Moränen die Via Mala sich scharf unterscheidet vom untern Schluchtabschnitt im Verlorenen Loch, wo Moränenreste ganz fehlen. Nachdrücklich betont Alb. Heim, dass er im ganzen Verlorenen Loch keine Spur derselben mehr angetroffen habe und ich kann dies nur bestätigen. Eine postglaziale Entstehung dieses Teiles wird dadurch a priori nahegelegt.

Ausgedehnte Quartärdecken, von Moränen, Schottern und Bergschlipfmassen gebildet, erfüllen dagegen die Weitung von Rongellen. Der anstehende Kalkschieferfels zeigt sich (vgl. die Karten der Tafeln X und XI) nur unten in der engen Schlucht des Rheines, ferner auf kurze Strecke ob der Strasse beim Gasthaus Post Rongellen sowie im südlich benachbarten Rongellentobel. Die Ursache für die Entstehung der Weitung möchte ich weniger im Vorhandensein einer mächtigern Einschaltung weicher Tonschiefer suchen, wie dies Alb. Heim annimmt, sondern in andern, später zu besprechenden Faktoren.

Diesem im wesentlichen nach den Forschungen Prof. Heims entworfenen Bilde möchte ich nun einen neuen Zug einfügen, nämlich

West



Ost

Phot. Wehrli A.-G., Kilchberg-Zürich.

Blick von der zweiten Via Mala-Brücke nordwärts hinab auf die heutige Schlucht des Hinterrheins, die mit Moräne M ausgefüllte Schlucht B unterhalb des Pavillon P und die oberflächlich mit Bergsturzmaterial S überdeckte Schlucht A.
R = Schieferrücken zwischen heutiger Schlucht und Schlucht A.

Die alten Schluchtbildungen in der Via Mala.

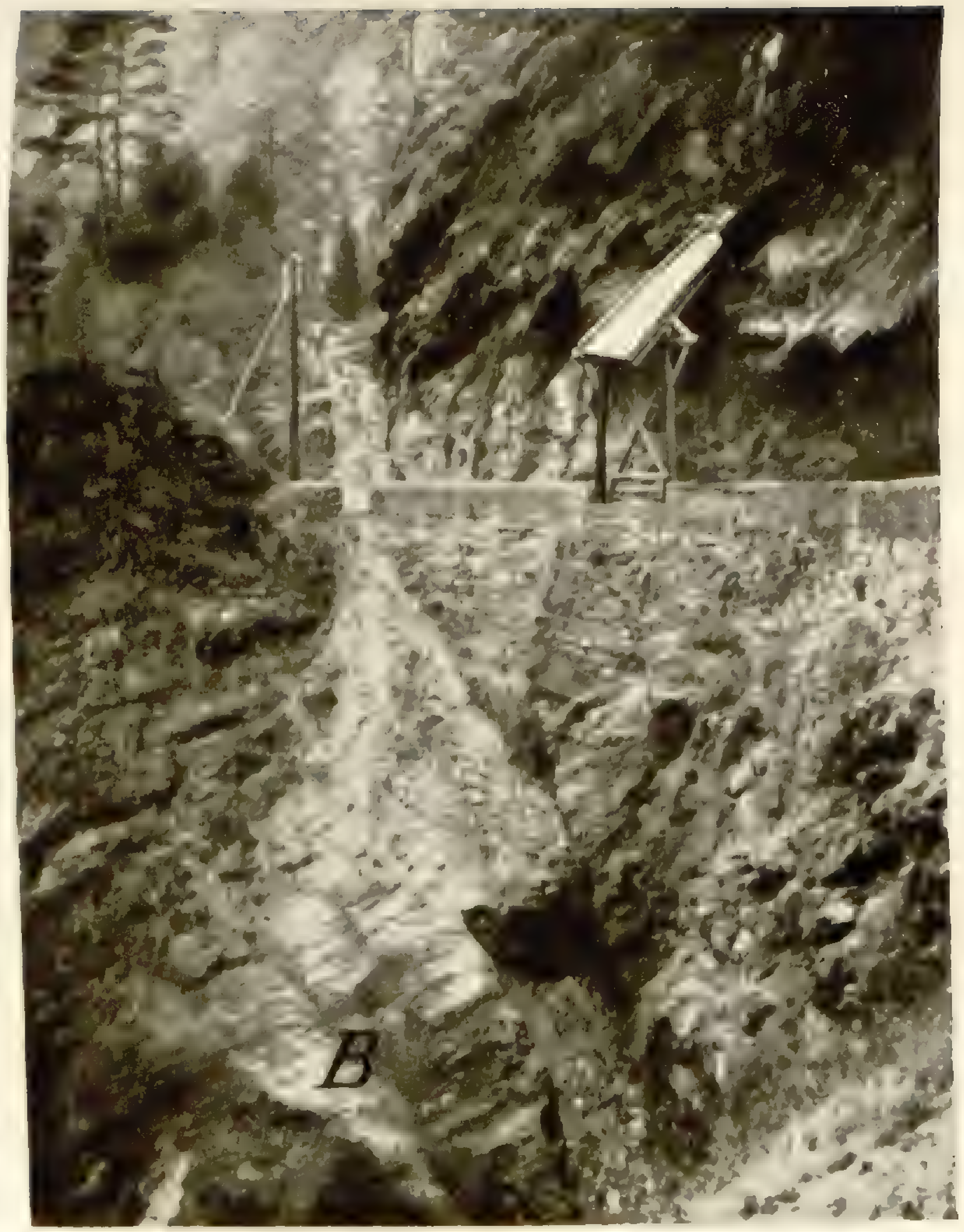
Wer von der überaus kühnen zweiten Via Mala-Brücke nordwärts in die Schlucht hinunterblickt, dem bietet sich ein Anblick imponierender Wildheit (vgl. Tafel XII). Tief unten verschwindet in enger, etwa 70 m tiefer Klamm der Hinterrhein, seine Schlucht ist mannigfach gewunden und von wechselnder Breite, stellenweise mag sie keine 3 m erreichen. Die Schluchtwände sind glatt poliert und setzen sich von oben bis unten zusammen aus übereinandergetürmten vielgestaltig gewundenen Erosionskesseln: ein wunderbares Beispiel für die einsägende Tätigkeit eines geschiebereichen Alpenflusses.

Das gewaltige Bild wird leider beeinträchtigt durch eine im Zickzack angelegte Cementtreppe, die von der Strasse, vom sog. Pavillon P aus hinunterführt zu der den engsten Schluchtteil erschliessenden Galerie. Und doch ist es wohl diese im Jahre 1903 vom Verkehrsverein Thusis erstellte Anlage, welche ungewollter Weise einen der interessantesten Aufschlüsse da geschaffen hat, wo früher — auch noch zur Zeit der Untersuchungen Prof. Heims — Tannen und Graspolster den Untergrund wohl ganz oder teilweise verhüllt haben mögen. Wer aufmerksam das Bild betrachtet, dem fällt auf, dass die Treppe auf einer schmalen Felsrippe erstellt ist, die nach rechts, d. h. nach Osten, haarscharf abgeschnitten erscheint und vom Felshang der rechten Seite getrennt wird durch eine im obern Teil etwa 5—6 m breite, nach unten enger werdende und mit Moränenmaterial M erfüllte Rinne. Eine nähere Prüfung, sei es von der Strasse oben oder von der Treppe aus, lässt ohne weiteres erkennen, dass die Rinne nichts anderes ist als eine alte, moränenerfüllte Schlucht: wie in der heutigen Klamm so sind auch hier die beidseitigen Wände geglättet und mit Strudellöchern besetzt, auch im Bilde ist dies rechts von den untersten Knickstellen der Treppe eben noch zu erkennen. Die von der Brücke aus deutlich erkennbare Moränenausfüllung M der alten Schlucht, wird nach unten zu vom rechtsseitigen Talhang fast ganz verdeckt; guten Einblick in den Grund der Schlucht erhält man aber, wenn man das Brückengeländer, da wo es links an die Felswand anschliesst, übersteigt und dem hier noch vorhandenen Stück des alten Via Mala-Weges etwas westwärts folgt (vgl. die 4 Strichel westl. der zweiten Via Mala-Brücke auf der Detailkarte Tafel XI). Die Tiefe dieser alten Schlucht — wir wollen sie von jetzt ab Schlucht B nennen — bleibt hinter der der heutigen beträchtlich zurück: ihre Sohle liegt ziemlich genau im Niveau der Ansatzstelle des untersten Treppenfundamentes und rechts desselben, die Höhendifferenz bis hinauf zur Strasse, d. h. dem Oberende der Klamm, mag rund 40 m betragen; bis hinab zum Rhein bildet der zusammenhängende Schieferfels noch eine ca. 25 m hohe Wand. Der gewaltige, unterhalb der Treppe eingeklemmte Felsblock (wahrscheinlich Rofnaporphyr) ist möglicherweise aus der Moränenanfüllung der Schlucht B heruntergestürzt.

Bevor wir nun den Weiterverlauf der Schlucht B auf der rechten Talseite festzulegen versuchen, wollen wir auf kurze Strecke der Strasse abwärts folgen, über die erste Via Mala-Brücke die linke Talseite gewinnen und bis nördlich Punkt f (vgl. Detailkarte) vordringen. Betrachten wir nun rückblickend das zuletzt durchschrittene Strassenstück und dessen Untermauerung genauer, so stehen wir wieder vor deutlichen Anzeichen einer alten Schlucht (vgl. Tafel XIII Fig. 1). Unmittelbar rechts der Telegraphenstange ist im linken Talhang eine tiefe, glattwandige Rinne erkennbar; sie erweist sich wieder erfüllt mit Moräne, die wie allerorts reich ist an Rofnaporphyrgeschieben aus dem obern Teil des Hinterrheintals. Die Breite der Rinne beträgt an der Strasse unten $2^1/_2$ m, oben in der Scharte, rechts von den Isolatoren, misst man von Fels zu Fels $3^1/_2$—$4^1/_2$ m. Der alte Via Mala-Saumweg benützte diese Rinne: von der Scharte aus erkennt man noch seine Spur, die Rinne freilich verliert sich in der Schluchtwand fast ganz und wird von Schieferschutt verhüllt, nur spärlich lässt sich die hier auffallend geringe Breite der alten Schlucht erkennen. Der Weg, der ehemals von da aus, dem westlichen Berghang entlang, hinüberführte zu dem oben schon erwähnten Wegstück bei der zweiten Brücke ist längst von Steinschlägen zerschmettert worden oder selber abgestürzt.

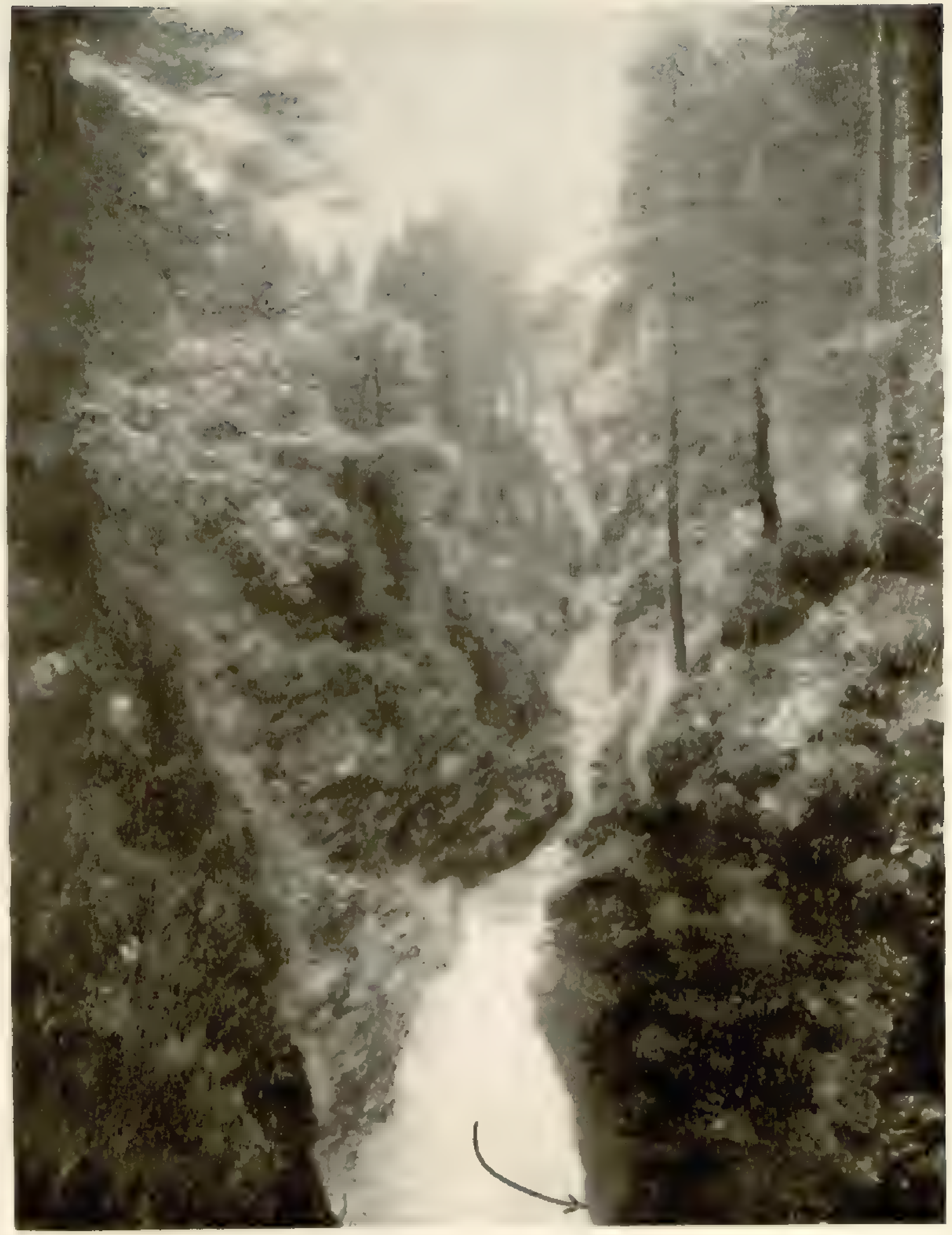
Dass die erwähnte Rinne tatsächlich einer alten Schlucht – wir wollen sie fortan Schlucht A nennen — entspricht, zeigt sich sehr schön unterhalb der Strassenmauer: Eine Ueberdachung der Strasse zum Zwecke der Ableitung eines kleinen Bächleins ist ungeschickter oder geschickter Weise, wie man will, just so angebracht worden, dass mit der Zeit die Moränenausfüllung aus der Schlucht weggespült werden musste. Zur Sicherung der Strasse hat man dann in der Schlucht die auf dem Bilde dunkel erscheinende Mauer errichtet, aber unterhalb derselben ist die Schlucht noch auf mehrere Meter Tiefe deutlich erkennbar.

Noch ist kurz auf eine Eigentümlichkeit der Schlucht A hinzuweisen, die stellenweise auch die heutige Schlucht auszeichnet: Die Schlucht ist nicht vertikal sondern schief eingesägt, hier ist es die westliche Schluchtwand, die überhängt. Etwas nördlich des Aufnahmepunktes unseres Bildes tritt diese leicht überhängende geglättete


Ost
West
B
Schlucht A

Phot. R. Elber.

Fig. 1. Blick von der Via Mala-Strasse aus auf die alte Schlucht *A*, ca 25 m westlich der ersten Brücke. *B* = Südwand der hier von Osten einmündenden Schlucht *B*.


Strasse
Südost
← Strasse
Nordwest
Felssporn
h

Phot. A. Buxtorf.

Fig. 2. Blick aus der Gegend von Punkt *h* (beim Badèrtobel) durch die alte Schlucht *A* hinab auf den Hinterrhein. Im Hintergrund die Einmündung der mit Moräne erfüllten Schlucht *A* bei Punkt *g*.

Schluchtwand westlich über der Strasse wieder zu Tage, Moräne ist ihr angeklebt. Schon Alb. Heim beschreibt diese interessante Stelle sehr eingehend (a. a. O. S. 463) und widmet ihr auch in Lieferung 4 (S. 369) seiner im Erscheinen begriffenen „Geologie der Schweiz" eine spezielle, heute freilich durch Einfügung der alten Schluchten zu ergänzende Profildarstellung. Dabei ist allerdings zu erwägen, dass die Glättung des Felsens doch wohl weniger auf Gletscherschliff sondern auf fluviatile Erosion zurückzuführen sein dürfte. Der später in das Tal eindringende Gletscher mag zunächst etwas nachgeschliffen haben, hat aber mit seinen Moränen im tiefsten Schluchtteil doch wohl sehr bald auskleisternd gewirkt.

Nachdem durch diese Befunde kein Zweifel mehr möglich war, dass just im engsten Teil der Via Mala neben der heutigen Klamm noch mindestens zwei alte, mit Moräne erfüllte Schluchten sich vorfinden, war dem weitern Forschen der Weg klar vorgezeichnet: Es handelte sich einfach darum nachzusuchen, ob noch an andern Stellen in den Wänden der heutigen Schlucht Anschnitte der alten Klammen festgestellt werden könnten.

Es ist mir eine angenehme Pflicht an dieser Stelle denen zu danken, die mir bei dieser Untersuchung und später wertvolle Hilfe geleistet haben. Es sind dies vor allem die Herren Direktor F. v. Bidder in Thusis, Ingr. A. Oukhtomsky, Ingr. H. Schorer und Cand. geol. R. Elber in Basel. Herrn Oukhtomsky verdanke ich eine grössere Anzahl interessanter stereoskopischer Photographien, die zu veröffentlichen leider keine Möglichkeit vorliegt, die ich aber gerne zur Verfügung von Fachgenossen halte; er und Herr Schorer waren zu verschiedenen Zeiten meine unermüdlichen Begleiter als es sich im Okt. und Dez. 1918 darum handelte die Schlucht in allen ihren Winkeln zu durchstöbern. Sehr wertvoll war mir sodann eine s. Z. vom Splügenbahn-Komitee erstellte topogr. Detailkarte der Schlucht in 1 : 5000, die mir die Herren Ingre. Wildberger in Chur vermittelten. Sie diente als Grundlage meiner Aufnahmen und ist auch in der Detailkarte und den Profilen der Tafel XI verwertet worden. Bei der Erstellung der Unterlage zur Übersichtskarte hatte ich mich der Hilfe von Herrn Geometer J. Roux in Basel zu erfreuen.

Für die nachfolgende Detailbeschreibung der alten Schluchten gehen wir aus von der zweiten Via Mala-Brücke, Karte und Profile der Tafel XI sind dabei beständig vor Augen zu halten.

Der Verlauf der Schlucht B, die wir beim Pavillon P von der heutigen Klamm abzweigen sehen, verrät sich oberflächlich durch einen im Abhang rechts über der Strasse verlaufenden Moränenstreifen, den wir ununterbrochen verfolgen können bis in die Schluchtwand rechts unterhalb der ersten Brücke. Obwohl hier starke Bewaldung den Einblick erschwert, kann man doch bei näherer Prüfung und auch von der gegenüberliegenden Strasse aus erkennen, dass der Fels von einer Rinne unterbrochen wird, die bei einer Breite von wenigen Metern, bis etwa 20 m unter das Niveau der nahen ersten Brücke reichen dürfte. Die Sohle der Schlucht B bleibt dabei etwa 35 m über der heutigen.

Ich besitze leider bis jetzt keine genauen Vermessungen, kann mich aber des Eindrucks nicht erwehren, dass hier beim Wiederaustritt die Sohle der Schlucht B etwas höher liege als oben beim Pavillon. Die zwischenliegende Strecke hätte also ganz oder stellenweise Gegengefälle. So auffallend dies auf den ersten Blick erscheinen würde, so ist es doch eine bei schluchtartigen und in wechselnd hartem Gestein eingesägten Talwegen häufig beobachtete Erscheinung. Zufällig wäre beim Pavillon eine besonders tief ausgekolkte Schluchtstrecke freigelegt worden. Ich hoffe, später diese interessanten Verhältnisse aufs Genaueste überprüfen zu können.[1]

Nicht ganz einfach gestaltet sich das weitere Verfolgen der Schlucht B. Es war zu untersuchen, ob talwärts ihr Verlauf zusammenfalle mit der heutigen Schlucht, oder aber ein Überqueren derselben stattfinde. Nach vielfacher Prüfung muss ich mich entschieden für das letztere aussprechen und zwar findet die Überquerung auffallenderweise fast unter rechtem Winkel statt (vgl. Punkt f der Detailkarte.) Blickt man nämlich bei der Strassenüberdachung, die auf Fig. 1, Tafel XIII mit dargestellt ist, in die alte Schlucht A hinunter, so kann man trotz des reichlich vorhandenen Schieferschuttes erkennen, wie hier von Osten her eine Schlucht, die in der Sohlenhöhe unserer Schlucht B der rechten Talseite entspricht, fast rechtwinklig gegen die Schlucht A zu verläuft. Die glatte, mit Erosionsnischen versehene Fläche B links unten auf Fig. 1 ist ein Stück des obern Teils der Südwand der Schlucht B. Diese Richtung senkrecht zum Berghang aber hat die Schlucht B natürlich nicht weiter verfolgen können; ich vermute deshalb, dass von der Vereinigungsstelle bei f die Schluchten A und B nach Norden zu auf eine kurze Strecke zusammenfallen; leider verhindern aber Moränen und Schuttbedeckung eine direkte Beobachtung.

---

[1] Derartige rückläufige Schluchtsohlen beschreibt sehr eingehend M. Lugeon aus dem Cañon der Rhone unterhalb Bellegarde: „Sur une inversion locale de pente du lit rocheux du Rhône, en aval de Bellegarde (Ain)“, (C. R. Ac. sc. t. 152 p. 1798, 19. VI. 1911); ferner: „Etude géol. sur le projet de barrage du Haut-Rhône français à Génissiat (près de Bellegarde)“ (Mém. soc. géol. de France. 4ème série, t. II. mém. No 8, 1912).

Mit Bestimmtheit aber kann gesagt werden, dass die Schluchten sehr bald wieder auseinander gehen müssen, denn weiter flussabwärts zeigt uns die heutige Schlucht bei g und m wieder zwei getrennte Schluchteinmündungen.

Die Einmündung bei m ist eine schmale Klamm, die sowohl von der Strasse als von der rechten Rheinseite aus festgestellt werden kann. Ihre Sohle liegt hoch überm heutigen Rhein und dieser Umstand bestimmt mich, sie als Fortsetzung der weniger tiefen Schlucht B aufzufassen. Ein nächstfolgendes Stück derselben vermute ich in der wenig tiefen Rinne n—o, die sich westlich der Traversinerbrücke erkennen lässt. Unterhalb Punkt o ist sie wohl genau da verlaufen, wo später die heutige Rheinschlucht entstanden ist.

Viel interessantere Verhältnisse zeigt die Schluchteinmündung bei g. Wer von der Strasse aus die paar Schritte zum Punkt g absteigt, steht auf einer schmalen, sich zuschärfenden Schieferrippe, analog derjenigen bei der Pavillontreppe, nur hier flussabwärts gekehrt. Zur Rechten rauscht in der Tiefe der Rhein, zur Linken aber erscheint eine enge, gegen 50 m tiefe, oben mit geschichtetem fluvioglazialem Kies, unten mit Moräne erfüllte alte Klamm. Stützmauern und Pflöcke verhindern oben das Nachrutschen des Kieses und eine Gefährdung der Strasse. Einige heruntergestürzte Baumstämme sind zwischen die Wände der Schlucht eingeklemmt (vgl. Fig. 2 der Tafel XIII). Im Gegensatz zur Schlucht B ist diese Klamm fast so tief eingeschnitten wie die heutige: zwischen den geglätteten Schluchtwänden kann man ohne allzugrosse Schwierigkeit immer über Moräne zum Rhein hinabsteigen; erst ganz unten, fast im Niveau des Flusses stellt sich die Sohle der alten Schlucht ein! An der Einmündungsstelle beschreibt der Rhein eine charakteristische Biegung nach rechts.

Blickt man vom Sporn g hinunter in die Rheinschlucht, so bietet sich eine weitere Überraschung: Nur auf eine ca. 500 m lange Strecke fallen alte und heutige Schlucht zusammen, dann biegt (vgl. Tafel XI) der Rhein nach links ab, die alte Schlucht aber geht in gerader Richtung weiter gegen das Badèrtobel zu, zwischen die alte Schlucht und den Rhein schiebt sich der Schiefersporn h ein!

Von der Traversinerbrücke aus ist die alte Schlucht bei h leicht erreichbar, sie erweist sich bis hinab an den Rhein mit Moräne ausgefüllt. Aus ihrem obern Teil ist Fig. 2, Tafel XIII aufgenommen, auf welcher wir links und rechts im Vordergrund noch die Wände der alten Schlucht erkennen. In gerader Verlängerung blickt man hinab auf das eingeschaltete „aktive“ Rheinstück und ganz hinten endlich erscheint die gegen die Via Mala-Strasse aufsteigende alte Klamm von Punkt g. Die letztere ist mannigfach gewunden und im obern Teil etwas schief bergwärts eingeschnitten. Dadurch erinnert sie sofort an die Verhältnisse der Schlucht A auf Fig. 1 und ich zögere deshalb nicht, anzunehmen, es sei die Schlucht g—h nichts anderes als deren direkte Fortsetzung.

Wir gelangen also zum Ergebnis, dass in der Nähe der ersten Via Mala-Brücke neben der heutigen Schlucht noch zwei alte existieren: Schlucht A, deren Tiefe ungefähr der der heutigen Rheinklamm entspricht, und Schlucht B, deren Sohle durchschnittlich etwa 30 m über dem Rheinniveau liegt.

Wir haben Schlucht A verfolgt bis zum Badèrtobel. Hier verschwindet sie unter Moräne, die ihrerseits unter Breitenberg von Bergsturz- und Abhangsschutt verhüllt wird. Untersuchen wir aber die rechtseitige Wand der Rheinschlucht nach Norden zu, so stossen wir bei Punkt i, ca. 150 m unterhalb der Traversinerbrücke auf eine von rechts her einmündende enge, alte Klamm, die nur der wieder zu Tage tretenden Schlucht A entsprechen kann, denn weiter nordwärts bis zum Traversinertobel ist die Wand der Rheinschlucht unverletzt. Grosse Blöcke im mittleren Teil der Schlucht bei i verunmöglichen das Hinuntersteigen bis zum Rhein; man erkennt aber von oben oder von der andern Seite her, dass die Schlucht A hier nicht ganz so tief ist wie die heutige. Ihre Sohle liegt vielmehr wie bei Punkt g ein Weniges über Rheinspiegel, woraus wir folgern dürfen, dass auch oben bei h die alte Schlucht nur wenig tiefer sein dürfte als Rheinniveau. Unterhalb Punkt i fallen heutige Schlucht und Schlucht A zusammen.

Nachdem wir nun die Schlucht A an 4 Stellen (i, h, g und e) nachgewiesen haben und daraus auch für die Zwischenstücke ihren mutmasslichen Verlauf ableiten dürfen (vgl. die Strich-Punktlinie der Detailkarte), gilt es die Stelle zu suchen, wo oberhalb Punkt e die Schlucht A vom heutigen Rheinbett nach links abzweigt.

Oberhalb der ersten Brücke ist die linke Wand der Rheinklamm ganz intakt, man kann das oben von der Strasse oder unten von der Galerie aus feststellen. Erst in der Weitung nördlich Punkt d ist der Fels unterbrochen, hier aber verhindert mächtiger Bergsturzschutt eine nähere Untersuchung (vgl. Tafel XII). Trotzdem kann für mich kein Zweifel bestehen, dass unter diesem Schutt S die gesuchte Abzweigung begraben liegt; dafür sprechen verschiedene Momente, die auch aus Tafel XII abzulesen sind. Zunächst die Tatsache, dass der Bergsturz als ganzes eine Rinne erfüllt, denn zwischen ihm und der

Rheinschlucht bildet der Schieferfels einen leicht vorspringenden Rücken R. Sehr bezeichnend ist auch die plötzliche Verengung des Rheinbettes an der Stelle, wo der genannte Schieferrücken südostwärts gegen den Rhein vorspringt. Hier prallt der Rhein auf und erscheint wie nach rechts abgelenkt in die enge junge Klamm. Es könnte endlich vorgreifend auch darauf hingewiesen werden, dass weiter oben in der Via Mala wieder die Spuren einer tiefen alten Schlucht zu finden sind, doch möchte ich diesem Umstand lange nicht die Bedeutung beimessen wie den andern, vorher aufgezählten Argumenten. Eine Schlucht von der Vollendung und Tiefe wie wir sie bei Punkt g fanden, muss schlechterdings auch einen tief eingesägten obern Eingang besessen haben.

Bei der zweiten Brücke, wo die Via Mala ihre grösste Enge aufweist, ist von alten Schluchtbildungen nichts zu beobachten, alles deutet darauf hin, dass hier die jetzige Schlucht mit den alten zusammenfällt. Aber nur 350 m weiter oben, bei der Einmündung des Summapunttobels, liegen wieder gänzlich veränderte Verhältnisse vor. Schon Alb. Heim (a. a. O. S. 462) erwähnt, dass in der von Erosionskesseln durchlöcherten, den Rhein nur wenig überragenden Felsterrasse links vom Fluss sich zwei verlassene Rheinwege befinden. Sie sind auch auf Tafel XI angegeben. Die östliche Rinne bei a ist wenig tief und zeigt beidendig die felsige Sohle. Ich habe ihr den Namen „lokale Erosionsrinne" gegeben, da ich sie in keinen bestimmten Zusammenhang mit andern Schluchtbildungen bringen kann. Die westliche dagegen erweist sich auch da mit Geröllen erfüllt, wo sie bei b in den Rhein ausmündet. Wegen dieser Tiefe möchte ich in ihr ein Stück der Schlucht A erblicken, obwohl hiefür ein einwandfreier Beweis nicht zu erbringen ist.

Neben diesen zwei untern Rinnen, die beide bei starkem Hochwasser vom Rhein noch überflutet werden, existiert etwas höher oben am linken Talhang noch eine dritte Schlucht C. Sie verrät sich im Summapuntgraben, wo direkt unterhalb der Strassenbrücke auf kurze Strecke der Fels im Tobel ganz aussetzt und Sohle und Ränder durch Mauerwerk gesichert werden mussten. Wahrscheinlich ist C von geringer Tiefe; nach Süden können wir ihre ehemalige Fortsetzung vermuten in einer jetzt mit Moräne erfüllten Weitung, ihre nördliche Fortsetzung aber möchte ich, nach einem durch Schuttbedeckung erzeugten Unterbruch von fast 200 m, in einer schmalen, mit Moräne erfüllten Schlucht suchen, welche sich an der Strasse ca. 70 m südlich der zweiten Brücke zeigt (vgl. Profil 3). Ihre Sohle liegt kaum viel tiefer als das Strassenniveau und ich nehme an, die Strasse und ihre Stützmauern wenig oberhalb der zweiten Brücke seien auf dieser Schlucht angelegt; bei der Brücke fiel ihr Tracé schon mit der heutigen Klamm zusammen.

Lange Zeit glaubte ich diese Schlucht C ohne weiteres in direkte Verbindung mit der weiter unten beim Pavillon einsetzenden Schlucht B setzen zu dürfen. Heute möchte ich es aber nicht mehr wagen, diese Ansicht als die allein mögliche zu bezeichnen. Ein direkter Zusammenhang C—B ist zwar denkbar, dann aber muss die Schlucht ein sehr unausgeglichenes Gefälle besessen haben: Auf der Strecke Summapunt—zweite Brücke fast horizontal, von da im Tracé der heutigen Schlucht hinab zur Schluchtsohle unterm Pavillon ein Gefälle von ca. 45 m auf einer nur etwa 140 m langen Strecke, hierauf horizontal oder sogar leichtes Gegengefälle auf der Strecke Pavillon—Wiederaustritt unterhalb der ersten Brücke. Zu Gunsten direkten Zusammenhanges liesse sich anführen, dass offenbar bei der zweiten Brücke und gerade oberhalb davon der Fels als Ganzes einheitlicher und härter ist als weiter unten: die Schlucht ist hier am engsten, die einschliessenden Wände sind am höchsten; der auch heute noch starkes Gefälle zeigende Rhein fliesst wahrscheinlich auf felsiger Sohle. Die Härte des Felsens würde auch das Gefälle der alten Schlucht erklären und damit auch die tiefe Auskolkung unterm Pavillon, sowie das nördlich anschliessende Gegengefälle. Es würden dann aber diese starken Gefällswechsel die Schlucht C—B als etwas Unfertiges, das vor Vollendung schon wieder ausser Funktion gesetzt worden wäre, erscheinen lassen.

Wem diese Deutung zu gesucht erscheint, dem bleibt nur übrig, die Schluchten C und B als getrennte Dinge zu behandeln. Die Fortsetzung von Schlucht B nach oben wäre dann eben im Tracé des heutigen Rheins zu suchen, von Schlucht C aber wäre eine Fortsetzung talabwärts nicht bekannt. In der Erklärung zur Tafel XI war ich so vorsichtig, beide Deutungsmöglichkeiten zu berücksichtigen.

Damit verlassen wir die Via Mala um

Die Weitung von Rongellen und das Gebiet von Crapteig einer näheren Prüfung zu unterziehen. Dabei leiten uns naturgemäss dieselben Gesichtspunkte wie oben in der Via Mala: d. h. es ist zunächst die Abgrenzung von Fels und Quartär durchzuführen, dann aber sind auch die Quartärbildungen nach ihrer Herkunft auseinander zu halten.

Die Verbreitung des anstehenden Felsens ist aus den Karten der Tafeln X und XI sofort ablesbar.

Das rechte Rheinufer wird von Punkt i bis hinab ins Verlorene Loch durchgehends von Fels gebildet, der meist in hoher Wand zum Rhein abbricht. Der ganz lokale Unterbruch durch den Schutt des Traversinertobels darf unberücksichtigt bleiben.

Am linken Ufer aber lässt sich der Fels nur bis Punkt k verfolgen, dann hört er unvermittelt auf; weiter abwärts bis zum Rongellentobel und noch etwas drüber hinaus finden wir nur Moräne, d. h. richtiger gesagt unten am Fluss nur die aus der Moräne herausgewaschenen Riesenblöcke von Rofnaporphyr und Taspinitbreccie, beide aus dem Schams, der Rofna und den anstossenden Bergen stammend. Von k aus zieht sich der Felshang z. T. als geglättete Wand nordwestwärts hinauf ins Rongellentobel, quert dieses und bildet nordwestlich vom Gasthaus Post Rongellen einen letzten Vorsprung. Mit diesem Felsen hängen die von Acla sut wohl direkt zusammen, obwohl oberflächlich die beiden Bezirke durch Quartär getrennt erscheinen.

Der am Rhein unterhalb des Rongellentobels wieder einsetzende Fels hält als etwa 30 m hohe Wand an bis Punkt l, wo wir wieder auf eine ca. 10 m breite, moränenerfüllte Rinne stossen, die sich nach oben rasch erweitert. Die Moränenausfüllung dieser Rinne ist meist überkrustet mit Kalktuff, ausgeschieden von den zahlreichen hier und am Abhang gegen die Strasse austretenden Quellbächen. Nördlich l setzt dann die Wand ein, die an Höhe zunehmend den Rhein bis ins Verlorene Loch begleitet.

Es bedarf keiner näheren Ausführungen, dass durch diese beiden Unterbrüche, dem obern ca. 100 m breiten und dem untern schmalen bei l zweimal die Möglichkeit des Vorhandenseins nach Nordwesten gerichteter, alter Rheinläufe gegeben ist. Wir werden diese Frage weiter unten näher zu prüfen haben.

Steigt man von der Strassenbiegung Rongellen—Verloren Loch nordwestwärts hinauf nach dem durch Ingr. Wildberger genau vermessenen Schieferrundhöcker P. 937.20 und versucht von diesem westwärts nach Crapteig anzusteigen, so ist man erstaunt, westlich von P. 937 auf eine prachtvolle, alte Schlucht, Schlucht D, zu stossen, deren Wände noch vielerorts die ehemalige Glättung erkennen lassen und deren Sohle sich nach Norden zu allmählich senkt. Die Dimensionen sprechen ohne weiteres für eine alte Rheinschlucht: ihre Breite mag durchschnittlich 15—20 m betragen, nach der Tiefe zu aber dürfte sie sich rasch verschmälern. Im Süden bildet Moräne die Ausfüllung, nach Norden mehr und mehr Schutt der Schluchtwände. Man kann der Schlucht D nordwärts nachgehen, bis die hohe Felswand überm Nordportal des Strassentunnels im Verlorenen Loch Halt gebietet. Unten von der Strasse aus erkennt man, dass die Schluchtsohle ca. 40 m über Strassenniveau liegt, von P. 937 gemessen mag die Gesamttiefe 60—70 m betragen, die Sohle mithin auf 865—875 m ü. M. liegen.

Den Südhang des Felsgebietes von Crapteig begleitet ein schmaler aber ununterbrochener Moränensaum; nicht näher unterschiedene Moränenreste und Erratica finden sich auch allenthalben den Schiefern des Crapteigwaldes aufliegend. Der Moränensaum aber hört ganz auf, sobald wir auf der Höhe des Rongellensattels, welcher Crapteig und Saisa trennt, angelangt sind. Die ganze, ca. 300 m breite Sattelregion wird nicht von Fels gebildet, sondern von Schieferschutt und -Blöcken; Erratisches fehlt ganz. Nach Norden zieht sich die Schuttmasse wulstartig ins Tal des Saisabaches, in der Richtung Rongellen reicht sie bis fast zur Landstrasse hinab. Die Herkunft dieser gewaltigen Schuttmasse wird uns klar, wenn wir von der Strassenbiegung NE Rongellen, oder noch besser von P. 937 aus westwärts gegen den Crapschalver- und Scherenkopf blicken: man erkennt sofort, dass hier ein gewaltiger Schnitz aus dem Berghang ausgebrochen ist, der als Sackungsmasse des Lerchwaldes sich vorbaucht zwischen den Tobeln des Saisa- und Rongellenbaches. Am Sporn von Crapteig hat sich die sackende Schiefermasse gegabelt in einen kleinen nördlichen und den breiten östlichen nach Rongellen gerichteten Ast.

Es ist von grosser Bedeutung, dass die Schuttmasse von Lerchwald-Rongellen an ihrem östlichen Unterrand nirgends mit dem Fels in direkte Berührung tritt; immer schiebt sich Moräne dazwischen; diese ist es, die den Fels überzieht und die Rinnen in demselben ausfüllt. Erst viel später hat sich über die Moräne die Sackungmasse ergossen, die hier unten den Charakter einer Gehängeschuttdecke annimmt. Der Unterrand des Schuttes reichte ehemals bis zum Niveau der Strasse hinab, hier aber hat der Rhein zu einer Zeit, da er schon dem Verlorenen Loch zuströmte, aber noch in ca. 100 m höherem Niveau floss als gegenwärtig, die Stirne des Schuttstroms weggespült. Es entstand die bogenförmige Steilböschung p-p-r; in der Nische aber wurden jungdiluviale, grobe Schotter D angelagert, in denen die spätere Erosion wieder einen Terrassenrand s-t erzeugte. Das Liegende der Schotter bildet Moräne, nur dort wo diese weggeschwemmt wurde, lehnt der Schotter direkt an den Schieferfels. Alle diese Einzelheiten sind aus der Detailkarte sofort ablesbar.

Nachdem wir nun wissen, dass die Einsattelung zwischen Crapteig und Saisa in ihrer jetzigen Höhe nicht als Torso eines alten Rheinlaufes betracht werden darf, sondern ehemals sehr viel tiefer war und erst in relativ jüngster Zeit durch die Sackungsmasse des Lerchwaldes zur heutigen Höhe aufgefüllt wurde — nachdem wir uns ferner der breiten Lücke in der linken Schluchtwand des Rheins bei k erinnern, liegt es nahe, diese verschiedenen Erscheinungen in einfachen, causalen Zusammenhang zu setzen: Beim Rongellentobel ging einst der Talweg des Rheines nach Nordwesten weiter, Richtung Rongellensattel, dann in der Tiefe unter dem heutigen Saisabach Richtung Uebernolla-Thusis hinaus ins Domleschg!

Eine derartige Annahme wird nicht nur den beschriebenen Verhältnissen gerecht, sondern macht eine ganze Reihe morphologischer Eigentümlichkeiten erst verständlich:

Die merkwürdig abgeschnittene, z. T. geglättete Felswand Punkt K—Post Rongellen wird zur Südwestwand der alten Rheinschlucht.

Das ehemals tiefe und relativ weite Rheintal Rongellen—Uebernolla unterschnitt die Felsböschung, die sich einst von Acla Sut-La Tguma nach Saisa hinüberspannte und schuf die Veranlassung zur spätern Lerchwald-Sackung.

Für die Flussverschiebung aber spricht namentlich auch der Umstand, dass im NE der Post Rongellen (vgl. Profil 11) der Oberrand der Felswand der linken Rheinseite genau in die Verlängerung der Felsböschung der rechten Rheinseite fällt. Die heutige Schlucht ist eingesägt in die rechte Wand des alten Tales; das moränenerfüllte alte Tal aber zeichnet sich in dem saftigen Wiesengelände unter der Post Rongellen sehr schön ab![1])

Da in der Via Mala nur die Schlucht A ihrer Tiefe nach der heutigen gleichkommt, glaube ich den bei Rongellen bei k abzweigenden alten Talweg ohne Weiteres als untere Fortsetzung von A ansprechen zu dürfen. Dagegen muss ich es ganz offen lassen, ob bei Punke l noch eine zweite, nach links abzweigende alte Schlucht vorausgesetzt werden muss. Nach den Verhältnissen am Rheinufer bei l muss die Möglichkeit einer solchen ohne weiteres zugegeben werden; allein ihr Vorhandensein erscheint mir sehr wenig wahrscheinlich: zunächst erheischen die Verhältnisse in der Via Mala keine zweite, alte und tiefe Schlucht hier unten; besonders aber wäre schwer verständlich, wie das ganz jung erscheinende heutige Rheinbett Rongellentobel – Punkt 1 schon vor dem Rückzug des Gletschers als alte Schlucht funktioniert haben sollte. Man könnte darum vermuten, es liege bei 1 eine wohl ziemlich tiefgreifende, aber nur lokale seitliche Auskolkung des heutigen Rheines vor, nicht aber ein alter Rheinlauf. Die die Lücke erfüllende, meist mit Kalktuff überzogene Moräne müsste dann naturgemäss als heruntergerutscht aufgefasst werden.

---

[1]) Nur beiläufig möchte ich hier erwähnen, dass auch die Nolla in ihrem Unterlaufe eine Flussverschiebung erkennen lässt. Sie muss ehemals irgendwo nördlicher geflossen sein, denn der Felskopf, der das nördliche Widerlager der Nollabrücke in Thusis trägt, gehört eigentlich noch zu Crapteig und ist jedenfalls erst in junger Zeit durch die jetzige Nolla isoliert worden. Verdächtig ist die merkwürdige Krümmung bei P. 810; ob der Fluss wohl von hier aus früher direkt nach NE oder NNE weiter geflossen ist?

Man kann sich aber auch fragen, ob der schmale Unterbruch bei 1 nicht etwa zurückzuführen sei auf einen Seitenbach, der ehemals vom rechten Talhang her durch diese Lücke dem alten Rheinlauf Rongellen-Uebernolla zugeflossen wäre. Hiebei käme wohl weniger ein altes Traversinertobel in Betracht, als vielmehr eine nördlich von Fengst herkommende Rinne (vgl. Tafel X), die über und im heutigen Rheinbett nach Südwesten verlief. Die Moränenausfüllung wäre in diesem Fall natürlich eine primäre.[1])

Die Blockierung des alten Talweges A aber müssen wir uns m. E. durch gewaltige Moränenaufhäufungen vorstellen (vgl. Profile 12—15), diese und nicht etwa die junge Lerchwaldsackung zwangen den Rhein, sich Wege östlich Crapteig zu suchen.

Hier nun finden wir zuerst die Schlucht D, in der man der Höhenlage nach einen sehr alten Talweg vermuten dürfte. Die Frische der Schlucht zwingt mich aber doch eher zur Annahme, es möchte sich hier um eine Abflussrinne handeln, die sich erst nach der Blockierung des Talweges A bildete und zwar als Überlauf an der tiefsten Stelle des damals noch zusammenhängenden Felsriegels Crapteig-Westabhang Muttner Berge. Schlucht D wäre ein Rest des ersten durchs Verlorene Loch nach Thusis gerichteten Talweges. Ich möchte ferner annehmen, derselbe sei subglazial entstanden; als später der Gletscher den Felsrücken zwischen P. 937 und dem östlichen Talhang um ein Weniges abgeschliffen hatte (vgl. Profil 12), wurde Schlucht D ausser Funktion gesetzt und selber teilweise und zwar bezeichnenderweise nur im südlichsten Teile mit Moräne ausgekleistert. Die Eröffnung des bis heute verfolgten und vertieften Talweges aber fällt mit dem definitiven Rückzug der Gletscher aus der Weitung von Rongellen zeitlich genau zusammen: das Verlorene Loch blieb moränenfrei. Dagegen hat sich hier später im Kleinen dieselbe Erscheinung wie bei Rongellen wiederholt: der linke vom Fluss unterschnittene Talhang ist nachgebrochen und bildet als Bergsturz- und Sackungsmasse das Schuttgebiet von Crapteig (Profil 14). Die starke Lockerung der Felsköpfe überm Schuttgebiet zeigt, dass dieses Nachbrechen noch lange nicht zum Abschluss gekommen ist.

---

[1]) Die Frage des Felsunterbruchs bei 1 hätte übrigens s. Z. praktisch entschieden werden können, als man westlich des Rheines den Zuleitungsstollen für das Elektrizitätswerk Thusis erstellte (vgl. Tafel XI). Leider liegen aus der Bauzeit keine Angaben vor; das Ausbleiben grösserer Schwierigkeiten beim Stollenbau spricht aber eher gegen die Existenz einer alten Schlucht. Die merkwürdige Ausbiegung des Stollentracé gerade im fraglichen Abschnitt geschah wohl um dem Einsickern der hier durchfliessenden Quellbäche vorzubeugen. Vielleicht dass sich bei Stollenreparaturen die Möglichkeit ergiebt, das Problem zu lösen.

Es bleibt uns noch übrig

die oberste Via Malastrecke: Zillis—dritte Brücke

näher zu prüfen und auch hier als erstes die Verteilung von Fels und Quartär festzulegen.

Im Allgemeinen ist die Schlucht hier ziemlich weit; nirgends zeigen sich Gesteinsschwellen im Fluss, Fels tritt auch an den Ufern nur spärlich auf. Diese werden teils von grobblockigen Schottern oder Sanden jungdiluvialen Alters gebildet, teils von alles überdeckendem Gehänge- und Blockschutt. Dazu treten die merkwürdigen erstmals von Alb. Heim (a. a. O. S. 461-62) erwähnten durchtufften Grundmoränen, die sich in typischer Ausbildung im Bett und den Ufern des Rheines bei der dritten Brücke zeigen, deren Fundament sie bilden.

Leider fehlte mir die Zeit, um die Gliederung und Verbreitung der verschiedenen Quartärbildungen in allen Einzelheiten zu verfolgen, dies soll wenn möglich später nachgeholt werden. Dagegen zeigt sich in der Allgemeinverbreitung von Fels und Quartär die auffällige Tatsache, dass nur das linke Ufer eine einheitliche Felsböschung aufweist, das rechte dagegen zwei weite Lücken leicht erkennen lässt: die nördliche zwischen P. 1068 und P. 1026, die südliche zwischen P. 1026 und Reischen. Der vorspringende Felskopf 1026 ist ganz isoliert. Eine kursorische Begehung, die ich von der dritten Brücke nach Punkt 1026 und Reischen ausführte, ergab, dass hier am Abhang gewaltige Massen von Schieferschutt und Moränenmaterial liegen; letzteres ist wohl z. T. als mitverrutscht aufzufassen. Und wenn man dann den ganzen gegen das Muttnerhorn ansteigenden Berghang von weiterher überblickt, drängt sich mehr und mehr der Gedanke auf, man habe es auch hier mit einer gewaltigen Sackung (? Bergschlipf und -Sturz) des ganzen Abhangs zu tun, deren Oberrand die Felsen von Crom bilden. Auf der Übersichtskarte habe ich dieses noch näher zu prüfende Gebiet vorläufig als Sackung von Uaul Paniglias ausgezeichnet. Der Felskopf 1026 hat — ganz analog wie der von Crapteig — die Stirne der Schuttmasse in zwei Äste zerlegt: der Nordast reicht gerade ob der dritten Brücke bis an die Landstrasse, der südliche, gegen den untern Reischenbach gerichtete, ist in seinem untern Teil von diesem verschwemmt worden und hat mit zum Aufbau des gewaltigen Schuttkegels von Reischen beigetragen.

Das Isoliertsein des Felskopfes 1026 aber legt uns des Weitern die Frage vor, ob nicht auch hier am Südende der Via Mala eine bedeutende Flussverschiebung stattgefunden habe, derart, dass ein alter Talweg östlich P. 1026 anzunehmen wäre. Obwohl meine Untersuchungen noch lückenhaft sind und es überhaupt schwierig sein dürfte, einwandfreie Beweise für diese Annahme zu erbringen, möchte ich doch schon jetzt auf einige Punkte hinweisen, die entschieden zu ihren Gunsten sprechen.

Der Felskopf 1026 ist dem Felsabsturz der linken Talseite so auffallend nahe gerückt und passt nach Höhe und Ausmass so ausgezeichnet in dessen Verlängerung, dass man sich sehr leicht denken kann, es habe P. 1026 einmal der linken Talböschung angehört und sei erst durch ein später entstandenes Rheintal davon abgeschnitten worden. Ein Profil gelegt von Lohn nach P. 1026 würde also das Spiegelbild zum Querschnitt des Rheines in Profil 11 liefern!

Sehr zu Gunsten eines alten Rheinlaufes spricht auch das unvermittelte Einsetzen des anstehenden Felsens am Reischenbach und bei Zillis. Der Felshang ist auffallend steil geböscht, ausserdem einheitlich von SSW nach NNE gerichtet und könnte also sehr gut als rechte Seitenwand eines unter Zillis und Reischen begraben liegenden, alten Rheinlaufes gedeutet werden.

Aufgabe erneuter Begehungen wird es sein, das hier angeschnittene Problem weiter zu verfolgen. Im Besondern wird auch geprüft werden müssen, ob die Verstopfung des mutmasslichen alten Talweges durch Moränen oder aber durch die Sackung erfolgt sei. Ich neige eher der ersten Ansicht zu und möchte in diesem Zusammenhang darauf hinweisen, dass Alb. Heim am Südende des Felskopfes von P. 1026, wenig über der Strasse s. Z. beobachten konnte, dass dem Schiefer zunächst Grundmoräne aufliege, auf welche dann erst Schuttkegelmaterial des Reischenbaches folge (a. a. O. S. 460 und 461). Ich möchte vermuten, dass diese Moräne, die heute wegen einer neuerstellten Sicherungsmauer nicht mehr so gut erkannt werden kann, nach Osten zu in der Tiefe mit einer mächtigen Moränenmasse zusammenhänge, die den alten Tallauf blockiert, oberflächlich aber fast allerorts von jüngerem Schutt überzogen wird. Vielleicht sind die merkwürdigen Grundmoränen bei der dritten Brücke ebenfalls als Ausfüllung des alten Talweges aufzufassen. Der Rhein hat sie wieder entblösst, weil bei der dritten Brücke das jetzige Tal sich ja mit dem alten vereinigt haben muss.

Sollte es späterer Forschung gelingen, die hier ausgesprochenen Vermutungen zu stützen, so wäre die Analogie zwischen dem südlichsten und nördlichsten Teil der Via Mala eine ungemein weitgehende: Die Sackungen von Uaul Paniglias und Lerchwald hätten sich beide an unterschnittenen Talhängen gelöst und auf moränenerfüllte alte Talwege ergossen. Das Analogon zur mächtigen Felsmasse von Crapteig wäre der isolierte kleine Felskopf von P. 1026.

Zusammenfassung und allgemeine Ergebnisse.

Wenn wir zum Schlusse versuchen, die eben gegebenen Einzelbeschreibungen zu einem Gesamtbilde zu vereinigen und allgemeine Ergebnisse abzuleiten, so müssen wir uns ohne weiteres klar sein, dass wir dabei sehr bald den Boden gesicherter Beobachtung verlassen und das Gebiet der Hypothese betreten.

Feststehende Tatsache sind die Flussverschiebungen in der eigentlichen Via Mala, fast eben so sicher bewiesen erscheint mir die Verschiebung von Rongellen und ebenso sprechen triftige Gründe für die von Reischen. Nehmen wir auch diese letztern als erwiesen an, so fällt der heutige ca. 8 km lange Talweg Zillis—Thusis nur auf einer 900—1000 m langen Strecke mit alten Schluchtbildungen zusammen. Der grösste Teil des heutigen Rheinbettes ist eine Neuschöpfung aus postglazialer Zeit.

Sicher erkennbar ist ferner, dass alle alten Schluchten (A, B, C und D) ausgefüllt sind mit Moränen, denen nur lokal fluvioglazialer Kies sich beigesellt. Die Entstehung aller Schluchten muss deshalb mindestens in die Zeit vor dem endgültigen Rückzug des Gletschers aus dem Gebiet der Via Mala verlegt werden. Dabei ermöglicht uns die verschiedene Tiefe sie verschieden zu bewerten.

Die tiefste ist Schlucht A; mit Ausnahme zweier Stellen (g und i) ist ihre Sohle so tief oder noch etwas tiefer eingeschnitten als der heutige Rhein. Wir haben es mit einer fertigen, der heutigen gleichwertigen Schlucht zu tun. Das bestimmt mich auch, die obere und untere Fortsetzung von A in den von mir wahrscheinlich gemachten, gleichfalls tief erodierten, alten Talwegen Zillis—Reischen bezw. Rongellen—Uebernolla zu suchen, wie dies die Übersichtskarte darstellt.

Weniger tief ist Schlucht B, wir kennen sie sicher nur auf einer ca. 800 m langen Strecke, ihre Fortsetzung talaufwärts kann sehr wohl zusammenfallen mit Schlucht A, bestimmt annehmen möchte ich dies aber nur für ihre untere Fortsetzung: sie floss gleichfalls Richtung Uebernolla, zusammenfallend oder parallel laufend mit A. Welche der beiden Schluchten zuerst entstanden ist, vermögen wir aber nicht zu entscheiden; auch die Vereinigungsstelle bei f, wo anscheinend B ins Tracé von A einlenkt, liefert keinen einwandfreien Beweis für ein jüngeres Alter von B, denn B konnte unmöglich die Querrichtung beibehalten.

Mehr lokalen Charakter möchte ich der untiefen Schlucht C bei Summapunt, die übrigens eventuell mit B zusammenhängt, zuweisen. Die Bedeutung von Schlucht D als erster Abflussrinne mit Richtung nach dem Verlorenen Loch ist schon diskutiert worden.

Das merkwürdige Wechselspiel zwischen rein fluviatiler Schluchtbildung und nachfolgender Zufüllung der Klammen durch Moränen wird unserem Verständnis näher gerückt, wenn wir versuchen, die in der Via Mala erkannten Verhältnisse im Rahmen der Vorgänge zu begreifen, die sich in der mittlern und jüngern Diluvialzeit im gesamten Alpengebiet abgespielt haben. Alb. Heim hat vor Kurzem in seiner „Geologie der Schweiz“ (Lieferung 3 und 4) eine die letzten Forschungsergebnisse verwertende und daneben viel Originelles bietende Darstellung dieser Vorgänge gegeben.

Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir die Schluchtbildung im wesentlichen in die eisfreien Interglazialzeiten verlegen, wobei wir freilich die Möglichkeit einräumen müssen, es habe sich die erste Anlage der Klammen noch während der vorangehenden Eisbedeckung subglazial gebildet. Die Ausfüllung der Klammen und die Verkleisterung der Schluchtsohle mit Moräne ist andererseits am wahrscheinlichsten mit dem Vordringen der Gletscher in Beziehung zu bringen. Die Auspolsterung erfolgte dabei so gründlich, dass der wieder einsägende Fluss sich zweimal fast vollständig neue Klammen schaffen musste; wo diese mit der zuerst angelegten zusammenfallen, dürfen wir fast von Zufall sprechen. So sind sukzessive neben der alten Schlucht epigenetisch neue entstanden.

Wir wissen, dass sowohl in den Alpentälern als auch ausserhalb solche epigenetische Schluchten eine häufige Erscheinung sind.[1]

---

[1] Ich möchte nicht versäumen, hier vor allem auf die wichtige Abhandlung von M. Lugeon: Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigénétiques etc. (Bull. des Lab. de géol., géogr. phys. etc. de l'université de Lausanne; Bulletin N° 2) hinzuweisen, die mir in mancher Hinsicht als Wegleitung diente.

Was aber unser Beispiel vor andern auszeichnet, ist die Enge der Gesamtschlucht, in deren tiefster Sohle sich die alten und die neue Klamm den Platz streitig machen. Würde man die alten ihrer Ausfüllung entledigen, so kämen im Abschnitt zweite Brücke—Traversinerbrücke schmale, z. T. fast lamellenartige Felsmauern zu Tage, bald beidseitig oder nur links vom heutigen Rheinbett (vgl. die Profile). Nur bei der zweiten Brücke, wo der Fels grössere Härte und Zusammenhang aufweist und darum die Schlucht enger blieb als anderswo, wurden die später entstehenden Klammen immer wieder ins alte Geleise gedrängt.

Versuchen wir weiterhin die alten Via Mala-Schluchten zeitlich genauer festzulegen, so möchte ich vermuten, dass der Talweg A der letzten Interglazialzeit angehören dürfte; seine Ausfüllung wäre dann zu Beginn der Würmeiszeit erfolgt.

Ob die weniger bedeutende Schlucht B unter bestimmten, nicht näher festzustellenden Bedingungen während der letzten Eisbedeckung und deren Rückzugsstadien entstanden und wieder verpappt worden ist, kann nicht sicher beurteilt werden, ich möchte es aber für wahrscheinlich halten. Um sie der vorletzten (grossen) Interglazialzeit zuzuweisen, liegt meines Erachtens ihre Sohle (Unterende bei o ca. 840 m!) doch wohl zu tief, wenngleich nicht verschwiegen werden darf, dass zu dieser Zeit die Täler draussen im Molasseland grössere Tiefe als später besessen haben. An dieser Stelle weiter auf diese Fragen einzutreten, erachte ich als verfrüht, nur regionale Untersuchungen können uns hier Antwort erteilen.

Indem ich damit meine Ausführungen abbreche, bin ich mir bewusst, nur einen kleinen Teil der Fragen gelöst zu haben, die die Via Mala bietet. Noch Vieles bleibt zu tun übrig.

Einer weitern Prüfung bedarf vor allem die Einsattelung von Hohen Rhätien und die Terrassenfläche von St. Albanus; die Möglichkeit eines Tallaufs in der Richtung St. Albanus—Hohen Rhätien, über den ehemals zusammenhängenden Felsriegel Saisa—Crapteig—St. Albanus hinweg, ist ohne weiteres gegeben. An Alter würde er unsere Talläufe A und B bedeutend übertreffen.

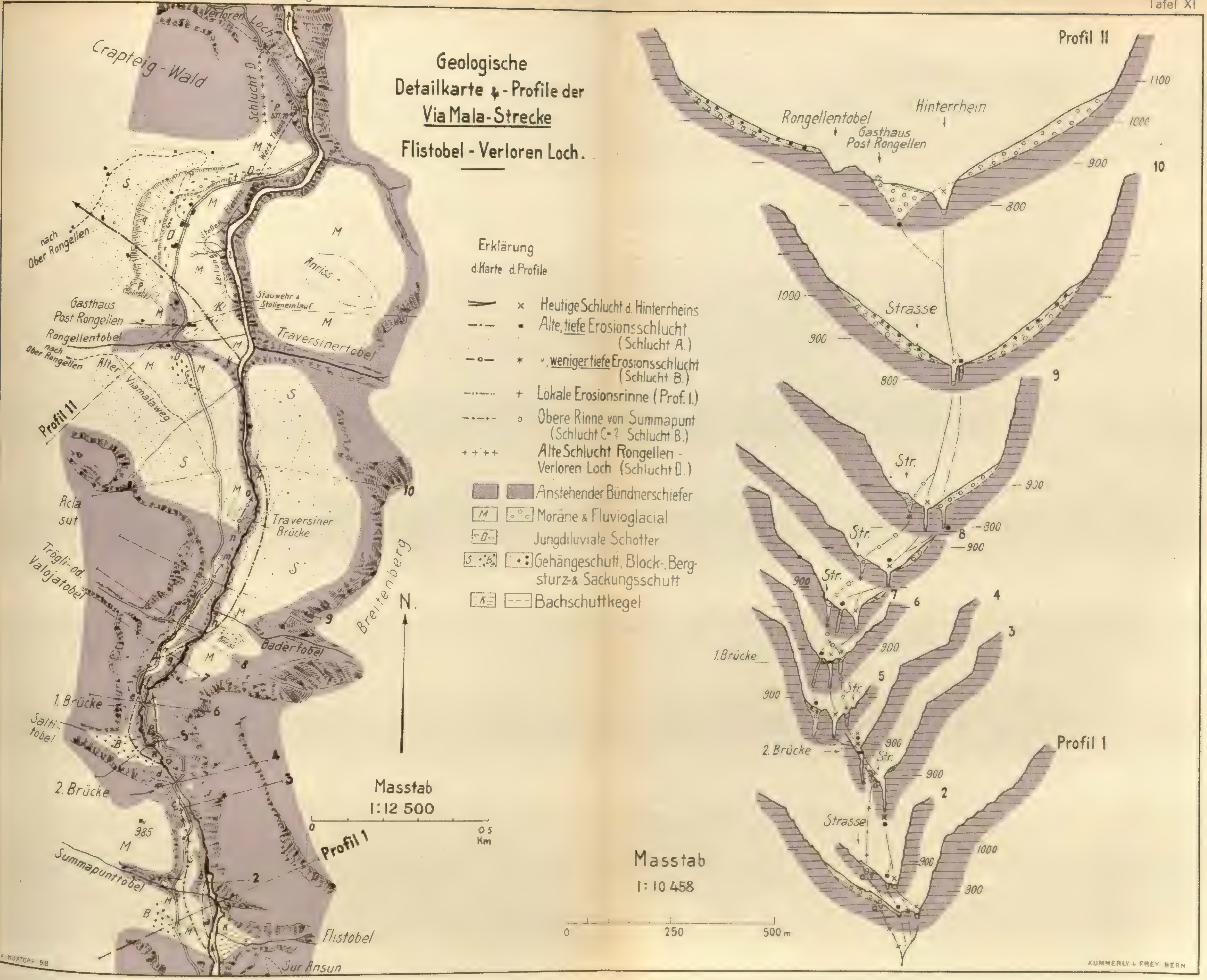
Es wird auch zu prüfen sein, ob nicht in noch früherer Zeit der Hinterrhein in der Richtung des heute von Moränen bedeckten Graschennasattels der Vereinigung mit der Albula zustrebte. Sollten sich Beweise für diese alten Talläufe erbringen lassen, so wäre unterhalb der eigentlichen Via Mala der Rhein im Verlaufe der Quartärzeit weit hin und her gependelt; erst nach Nordosten und Norden, dann nach Nordwesten, bis er endlich seinen heutigen Talweg gefunden hatte.

Auch das Verhältnis von Fluss- und Gletschererosion bedarf für die Via Mala noch einer sorgfältigen Überprüfung. Dass in einem z. T. aus weichen Schiefern aufgebauten Gebiet die Möglichkeit der Talweitung durch Gletschererosion in Betracht gezogen werden muss, steht für mich ausser Frage. Vor Allem zeigen dies die auf Grund der Karte 1 : 5000 und der Aufschlüsse der Seitentobel entworfenen Profile 9—11, wo der Gegensatz zwischen dem weiten U-förmigen Talquerschnitt und den engen Klammen sofort in die Augen springt. Die erste Aufgabe bestünde in einer genauen Feststellung der Moränenverbreitung an den beidseitigen Talhängen. Hand in Hand damit wird auch die Frage des Vorhandenseins ächter Felserosionsterrassen (vgl. Alb. Heim, Geol. der Schweiz, S. 369) einem systematischen Studium zu unterziehen sein.

Viel zum Verständnis der Via Mala aber wird die Untersuchung der Landschaft Schams und des Oberlaufs des Hinterrheins beitragen. Auch hier wartet unser eine Fülle interessanter Probleme: die mächtige Aufschüttung und die gewaltigen Schuttkegelbildungen des Schams, die ganz an diejenigen des Oberwallis (Münsterfeld etc.) gemahnen; ferner der unter Alluvionen fast begrabene Bergsturz von Andeer-Kirche. Oberhalb der Rofnaschlucht stellen sich die Fragen, ob im Crestawald östlich Sufers ein alter Talweg existiere und ob die Talweitung unterhalb Sufers ehemals von einem See eingenommen war. Oben im Rheinwald sei die gewaltige, das Rheintal auf einer fast 2 km langen Strecke einengende Sackungs- und Bergsturzmasse von Piänetsch Alp—Casanwald erwähnt, welche die gleich beschaffenen Schuttkegellandschaften von Nufenen und Hinterrhein scharf scheidet.

Dasselbe gilt vom Avers und seinen Seitentälern: ich nenne die alten Rheinschluchten links und rechts vom heutigen Rhein bei St. Martin; die jungen Schluchtbildungen des Madriserrheins beim Merlenbach und unter Alp Preda; das prachtvolle, vom Gletscher in weichem Bündnerschiefer geschaffene Trogtal von Juf, das vom Bregalgatrog leicht unterschnitten wird; die Schiefersackung westlich der Vereinigung von Jufer und Bregalga Rhein, die ich auf glaziale Unterschneidung des Talhanges zurückzuführen geneigt bin. Au diese und zahlreiche andere Probleme hoffe ich später eintreten zu können.

Die Absicht aber, die ich mit der Niederschrift dieser Fragmente aus der Talgeschichte der Via Mala verfolgt habe, wäre dann



Geologische Detailkarte & - Profile der Via Mala-Strecke Flistobel - Verloren Loch.

Erklärung
d. Karte d. Profile
× Heutige Schlucht d. Hinterrheins
• Alte, tiefe Erosionsschlucht (Schlucht A.)
* „ weniger tiefe Erosionsschlucht (Schlucht B.)
+ Lokale Erosionsrinne (Prof. 1.)
○ Obere Rinne von Summapunt (Schlucht C = ? Schlucht B.)
+ + + + Alte Schlucht Rongellen - Verloren Loch (Schlucht D.)
Anstehender Bündnerschiefer
M Moräne & Fluvioglacial
D Jungdiluviale Schotter
S B Gehängeschutt, Block-, Bergsturz- & Sackungsschutt
K Bachschuttkegel
Verloren Loch
Crapteig-Wald
Schlucht D
P. 837,70
Werk Thusis
nach Ober Rongellen
Stollen
Elektriz. Leitung
Anriss
Stauwehr & Stolleneinlauf
Gasthaus Post Rongellen
Rongellentobel
nach Ober Rongellen
Alter Viamalaweg
Traversinertobel
Profil 11
Acla sut
Traversiner Brücke
Trögli- od. Valojatobel
Breitenberg
N.
Badertobel
1. Brücke
Saltitobel
2. Brücke
985
Summapuntobel
Profil 1
Flistobel
Sur Ansun
Masstab 1:12 500
0 0,5 Km
Profil 11
Rongellentobel
Gasthaus Post Rongellen
Hinterrhein
1100
1000
900
800
10
Strasse
9
Str.
8
7
6
4
3
5
1. Brücke
2. Brücke
Strasse
2
Profil 1
Masstab 1:10 458
0 250 500 m
A. Bukthorf 918
Kümmerly & Frey Bern

erreicht, wenn künftige Forschung daraus ebenso viel Anregung schöpfen könnte, als ich den Darlegungen Prof. Heims über dieses selbe Thema verdanke.

In dieser Hoffnung erlaube ich mir, die vorliegende kleine Abhandlung Herrn Prof. Albert Heim zu seinem 70. Geburtstage darzubringen.

Geolog.-paläont. Institut der Universität Basel, Neujahr 1919.

Zur Geologie des Grünten im Allgäu.

Von

ARNOLD HEIM (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 10. Dezember 1918.)

Inhalt.

Einleitung 458
Stratigraphie 460
  Kreideprofil Breitachklamm . . 460
  Valangien und Hauterivien . . 461
  Barrémien 461
  Unteres Aptien (Bedoulien) . . 462
  Oberes Aptien (Gargasien) . . 463
  Albien 466
  Cenoman-Turon 469
  Senon 469
  Eocän 471
  Faziesstellung des Grünten . . 472
Tektonik 473
  Bemerkungen über Wildflysch und exotische Blöcke 473
  Das Ostende d. Vorarlbergerketten 474
  Der Grünten 475
    Querprofil 475
    Südwestende 479
    Nordostende 479
  Die Kreide-Eogenzone des Hüttenberges 480
  Bemerkungen über das Molasse-Vorland 481
  Der Molasse-Kontakt am Alpenrand 483
Rückblick 485

Einleitung.

Der Grünten bei Sonthofen ist ein Knotenpunkt in der Erkenntnis des helvetischen Nordsaumes der Ostalpen. Bis zum Quertal der Iller reichen die Vorarlberger Kreideketten, um bei Oberstdorf unter Flysch und ostalpines Deckengebirge einzutauchen. Nichts spricht soweit dagegen, dass sie als östliche Fortsetzung von Säntis und Churfirsten ebenso einer gewaltigen Schubmasse angehören. Auch die Molasse-Nagelfluh setzt mit gleichem Charakter vom Rigi und Speer her über den Rhein.

Auf der Ostseite der Iller aber sind die Verhältnisse anders. Zwölf Kilometer nördlich der untertauchenden Vorarlbergerkreide, wo Flysch und Molassenagelfluh weiterstreichen sollten, erhebt sich jäh aus dem Talboden der Iller der Kreideberg Grünten bis zu 1738,6 m Höhe[1]. Statt überschoben auf subalpinem Flysch und Molasse zu liegen, stösst er mit fast vertikaler Schichtlage an nordfallende Molasse. Begreiflich, dass diejenigen Geologen, die den Kreidesaum des Allgäu studiert haben, ohne die Schweizeralpen zu kennen, sich der Deckenlehre gegenüber ablehnend verhalten! Ein schmaler Streifen von $^1/_2$ bis 1 km ist alles, was östlich des Grünten von dem gewaltigen helvetischen Kreidegebirge übrig bleibt. Zugleich ist die auf der Westseite der Iller 7 km breite subalpine Flyschzone im Profil durch den Grüntengipfel gänzlich ausgekeilt.

---

[1] Die beste Übersicht gewährt die alte geol. Karte 1 : 380 000 von Studer und Escher. II. Aufl.

Gümbel[1]), dem wir die grundlegenden, für seine Zeit hervorragenden Untersuchungen Bayerns und im Besondern des Grünten verdanken, hat schon 1856 die Erklärung in einer gewaltigen, alles sonst bekannte übersteigenden Transversalverschiebung gesucht: „Der Grünten ist demnach die durch eine gewaltige Gebirgsverrückung nach Norden vorgeschobene Fortsetzung der Kreidebildung Vorarlbergs und der westlichen Illerberge.“ Später verneint er wieder diese Auffassung. A. Rothpletz hingegen (Alpenforschungen II, 1905, pag. 2) meint: „. . . Selbst die so auffallende Querverschiebung auf der Westseite des Grünten suchte Escher in Frage zu stellen. Solches Übersehen ist für Escher und seine Schule charakteristisch geworden“!

Seit Gümbel sind keine zusammenhängende Beobachtungen im Grüntengebiet mehr ausgeführt worden.[2]) Nach der Erkenntnis der Schubdecken in der Schweiz blieben daher brennende Fragen bestehen: Ist der Grünten entgegen Gümbel auf die Molasse überschoben? Ist er wirklich die transversal verschobene Fortsetzung der Vorarlbergerketten? Diese Erscheinungen sollten insbesondere durch genaue stratigraphische Aufzeichnungen aufgeklärt werden können; denn im Falle der Transversalverschiebung müsste der Grünten dem Ostende der Vorarlbergerketten faziell genau entsprechen.

Meine Beobachtungen wurden Mitte Oktober 1917 begonnen, aber wegen frühen Schneefalls unterbrochen; doch gelang es, während zwei herrlichen Tagen von Mitte Oktober von 1918 noch den oberen Teil des Grünten kennen zu lernen. Im Ganzen sind hier gegen 10 Beobachtungstage verarbeitet — viel zu wenig zu einer vollständigen Bearbeitung, die auch nicht angestrebt werden konnte.

Herrn Oberbergrat Dr. O. M. Reis in München bin ich für mündliche Mitteilungen, sowie die überaus freundliche Überlassung einer geologischen Manuskript-Kartenskizze 1 : 25 000 vom Grünten (östlicher Teil) zu besonderem Dank verpflichtet. Dadurch wurde viel Zeit gewonnen. Die Bestimmung der Ammoniten der mittleren Kreide ist dem besten Kenner, Herrn Prof. Dr. W. Kilian in Grenoble zu verdanken.

---

[1]) K. W. Gümbel, Der Grünten, eine geognostische Skizze. München 1856.
„ Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges, München 1861.
„ Geologische Karte von Bayern. Blatt Sonthofen, 1 : 100 000.

[2]) Vergl. C. Lebling, Ergebnisse neuerer Spezialforschungen in den deutschen Alpen. Geol. Rundschau, Bd. III, Heft 7, 1912.

Stratigraphie.

Zum Vergleich mit dem Grünten gehen wir jeweilen vom Ostende der Vorarlbergerketten bei Oberstdorf aus.

Kreideprofil der Breitach-Klamm bei der Walserschanze 4 km SW Oberstdorf (Fig. 1).

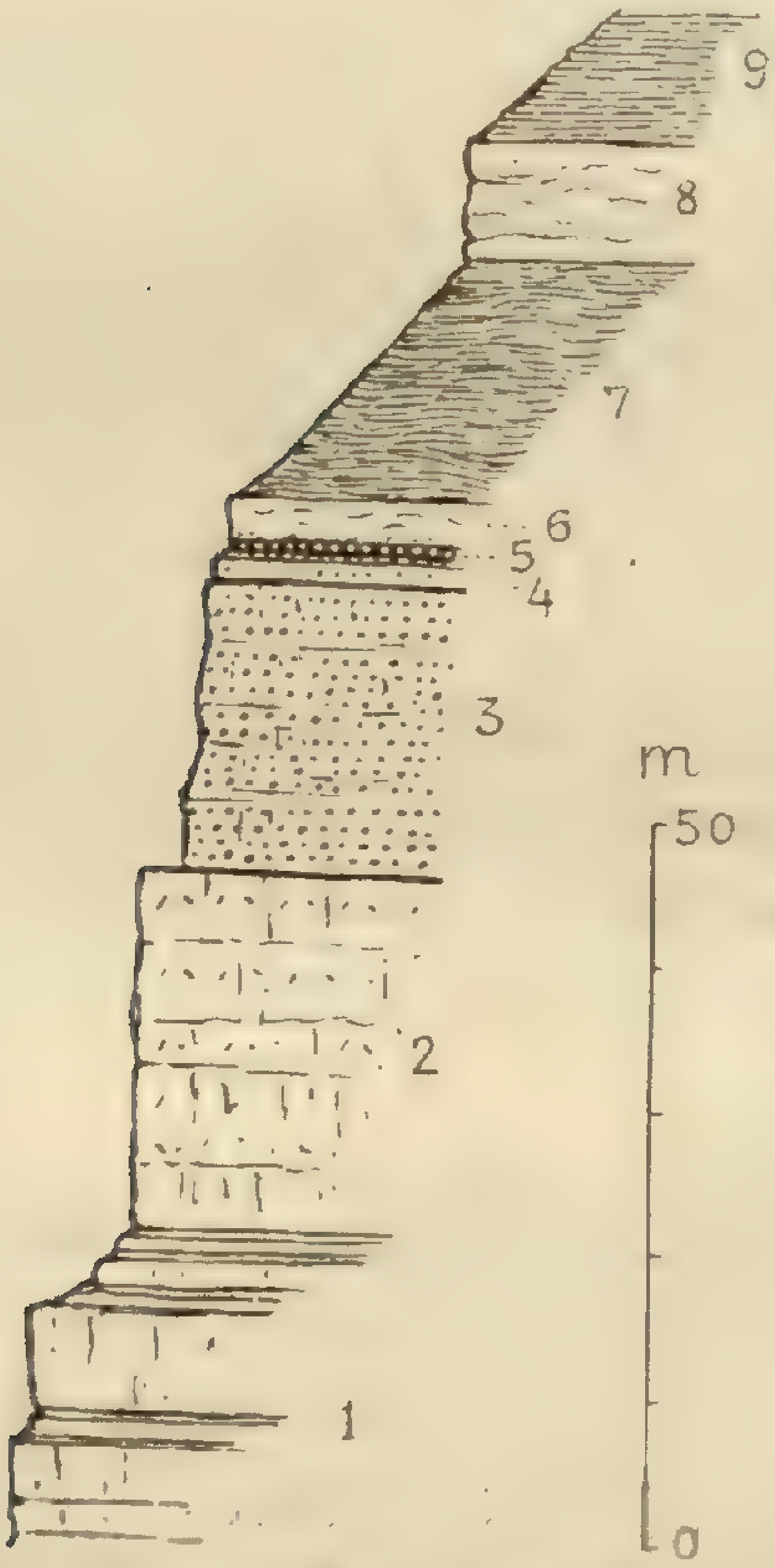


Fig. 1. Stratigraphisches Profil der Breitach-Klamm bei der Walserschanze.

Barrémien	1.	Unterer Schrattenkalk mit Mergellagen, ca. 30 m sichtbar.
Bedoulien	2.	25 m oberer Schrattenkalk, Echinodermenkalk; messerscharfe Grenze gegen
Gargasien	3.	20 m Glaukonitsandstein, körnig, massig, = Brisisandstein. Übergang in
Albien	4a.	0,3 m schwarzgrüner, schlierig mergeliger Glaukonitsandstein, = Durschlägischichten (?). Übergang in
	4b.	1,5 m massiger feinkörniger Quarzitsandstein mit Glaukonitkörnchen; glasiger Bruch, fast kalkfrei, = Niederischichten. Scharfe Grenze gegen
	5.	0,7 m Glaukonitkalk mit Schlieren von dichtem Kalk; zahlreiche kleine Mollusken, = Twirrensch. Übergang in
	6.	0,6 m Phosphoritknollenbank[1]), = Lochwaldsch. Übergang innerhalb 5 m in

---

[1]) Nicht Hornstein, wie in Lebling u. A.!

Cenoman	7.	0,3 m Seewergestein mit Pyrit und feinen Glaukonitkörnchen, = Überturrilitensch. (?) Übergang in
	8.	3,0 m Unterer Seewerkalk, hellgrau, typisch. Scharfe Grenze gegen
Turon-Senon	9.	17,0 m Fleckenschiefer voller Algenabdrücke, grünlich, dünnschieferig, mit Kalkknöllchen und kleinen Pyritfossilien. Scharfe Grenze gegen
	10.	ca. 8,0 m Oberer Seewerkalk, weisslich, bankig, voller *Globigerinen*, *Discorbina canaliculala* etc. Scharfe Grenze gegen
	11.	ca. 200 m Graue Schiefermergel = Leistmergel, typisch. Übergang innerhalb 10—30 m in
	12.	Wildflysch, mächtig.

Valangien und Hauterivien.

Entgegen Lebling fehlt am Grünten jede Spur von Valangien; selbst Hauterivien war nirgends in den Gewölbekernen aus Drusbergschichten zu finden. Dagegen kommen diese im Kern des nach Osten untertauchenden Geisberggewölbes, 3 km W Oberstdorf, „Im Winkel“ zum Vorschein. wo Haniels schöne neue geologische Karte der Allgäuer und Lechtaler Alpen 1:25 000 [1]) Gault und Schrattenkalk verzeichnet, sowie im Waldabhang westlich gegenüber:

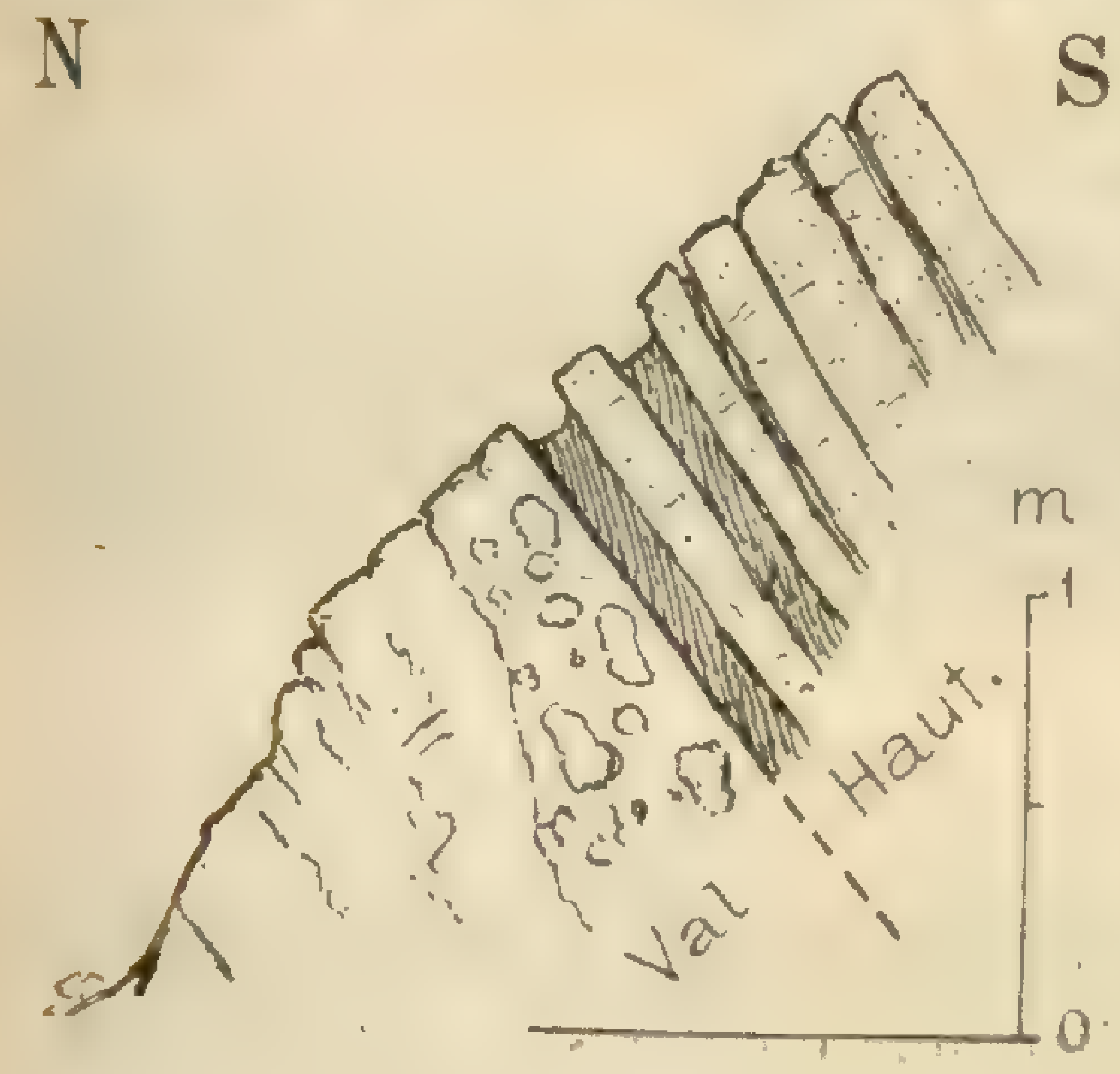


Fig. 2.

1. Valangienkalk, nur der oberste Teil ca. 10 m aufgeschlossen; feinkörnig-späthiger, grauer Oolith, zu oberst 0—1 m konglomeratartige Bank mit Kalkknollen von Ei- bis Kopfgrösse in krümeliger Kalkgrundmasse. Glatte, messerscharfe Grenze gegen:

2. Kieselkalk: a) untere 6 m in Bänken von 0,5 bis 3 dm, b) gröber bankig, ca. 30 m, c) Kalkgrünsand, d) wie b, im ganzen ca. 60 m.

Beim Schwefelbad Tiefenbach taucht dieser Kieselkalk als Gewölbekern unter die Drusbergschichten; Kontakt mit diesen nicht aufgeschlossen.

Barrémien.

Diese Stufe ist wie in den oberen helvetischen Decken der Schweiz als Drusbergschichten und unterer Schrattenkalk ausgebildet. Den Schrattenkalk schlechtweg als Apt zu bezeichnen ist unrichtig.

---

[1]) C. A. Haniel, Geolog. Führer durch die Allgäuer Alpen südlich von Oberstdorf. München 1914.

Vorarlbergerketten. Die Drusbergschichten sind schön aufgeschlossen am Weg und Bach beim Schwefelbad Tiefenbach: Knollige, graue, inwendig dunkle Kalkbänke mit bräunlichen Schiefermergellagen, 150—200 m; darüber ca. 80 m Schrattenkalk.

Grünten. Die Drusbergschichten bilden den Kern der beiden Gewölbe in einer Mächtigkeit von 200 m oder mehr; sie gehen allmählich unter Wechsellagerung in den Schrattenkalk über. Schöne Aufschlüsse bieten Zweifelgernalp und oberster Teil des Giggltobel östl. Uebelhorn, wo etwa 50 m vom Schrattenkalk entfernt eine Bank von verkieselten, bis 15 cm grossen Schalen von *Exogyra aquila* (sog. *E. Couloni* grosse flache Form) erfüllt ist (Fig. 12). Die Mächtigkeit des Schrattenkalkes ist sehr wechselnd und nimmt anscheinend durch Vermergelung nach E und SE ab: NE Schanze 100—150 (doppelt?), Burgberghorn ca. 80, Uebelhorn ca. 60, Giggl-Stein bis Wertach 20 bis 5 m.

Unteres Aptien (Bedoulien).

Wie in der Schweiz ist das untere Aptien im oberen Schrattenkalk vertreten, dieser aber nicht überall vorhanden.

Vorarlbergerketten. Breitach-Klamm siehe pag. 460. Weitere 3 km NE an der Breitachstrasse ist folgendes Profil gut aufgeschlossen:

1. Oberer Schrattenkalk 15 + x m, grau, im oberen Teil späthig, mit einzelnen *Orbitolinen*. Übergang in

2. 0,4 m dito mit glaukonitischen Schlieren. a) 2—4 cm weicher, hellgrüner Mergelschiefer, b) 20 cm körniges Schrattengestein mit dichten Flecken, Glaukonitkörnchen und einzelnen Phosphoritknollen, c) 5—15 cm knollige Bank mit Brocken von dichtem Kalk, Phosphoritknollen und pyritreichen Grünsandnestern, darin Terebratula sp. und ein grünlichweisser dichter Kalksteinkern von *Parahoplites Deshayesi* var. *consobrinoides* Sinz. („variété à côtes inégales"), Leitfossil des Bedoulien! Diskontinuität gegen

3. 0,5 m Glaukonitsandstein mit oben tiefgrüner mergeliger Lage, nach SW rasch auskeilend (Gamserschichten?).

4. 21 m Brisisandstein, massiger Glaukonitsandstein.

Nr. 1—2 = Bedoulien, 3—4 = oberes Gargasien; das untere Gargasien fehlt.

Grünten: Schon Gümbel hat gefunden, dass die „hangendste Schicht des Schrattenkalkes" westlich vom Grüntenhaus von Orbitolinen erfüllt ist und dem Aptien der Schweizeralpen entspricht. Dieser Horizont ist längs der Nordwand in Form einer bräunlich angewitterten Echinodermenbreccie von 5—10 m vorhanden (NE Schanze und nördlich unter dem Uebelhorn, Fig. 9), die gegen den unteren hellen Schrattenkalk mit seinen Requienien scharf begrenzt ist. Am

Uebelhorn und am SE-Abhang des Grünten fehlt jedoch dieser Horizont, indem auf den Requienienkalk direkt das Gargasien folgt.

Oberes Aptien (Gargasien).

Die gesamten Bildungen zwischen Schratten- und Seewerkalk wurden bisher schlechtweg als Gault zusammengefasst und die Fossilien aus den verschiedensten Horizonten zusammengeworfen (vergl. z. B. Haniel l. c. 1914, pag. 17). Auch ist dieser „Gault“ am Grünten nicht nur 30—40′ mächtig, wie Gümbel angibt, noch ruht Sandstein direkt auf Schrattenkalk, sondern umfasst eine 100 m mächtige Schichtreihe vom untern Gargasien (dem klassischen Aptien Südfrankreichs) bis zum obersten Albien, die in sechs verschiedene Ammonitenzonen zerlegbar ist. Da sich die einzelnen Horizonte teilweise direkt mit denen der Churfirsten vergleichen lassen, benützen wir auch die neuen schweizerischen Schichtnamen.[1])

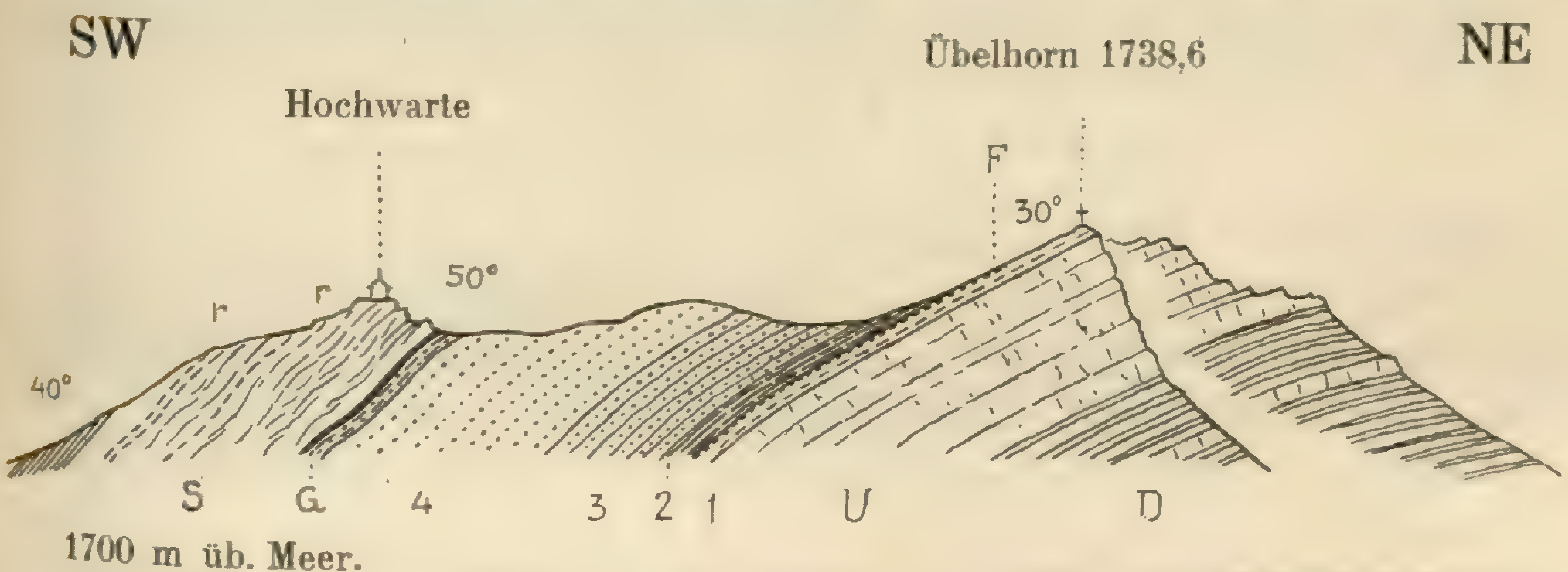


Fig. 3. Profilskizze längs des synklinalen Gipfelgrates des Grünten.
1 : 5000.
D = Drusbergschichten; U = Schrattenkalk; 1—4 = Gargasien; F = Fossilfundstelle, s. Text; G = Gault, Albien; S = Seewerkalk, r = rote Lagen; darüber Senonmergel.

Vorarlbergerketten. In den Falten von der Walserschanz bis zum Hirschsprung ist das Gargasien durch seinen obersten Horizont, den typischen Brisisandstein (massiger, kalkhaltiger Glaukonitsandstein) von rund 20 m vertreten, der mit scharfer Diskontinuität, soweit beobachtet ohne Luiterezug-Fossilschicht, auf dem Schrattenkalk liegt, nach oben aber raschen Übergang zum untern Albien zeigt. Dies ist der „Riffsandstein“ Gümbels. Von Echinodermenfazies (Brisibreccie) war nirgends eine Spur zu finden.

Grünten. Vergeblich suchte ich am Grünten nach einem lückenlosen Aufschluss. Vielleicht bietet einen solchen das Giggltobel, das sich von oben her als unzugänglich erwies. Am Gipfelgrat zwischen Uebelhorn und Hochwarte liesse sich durch Schürfung folgendes Profil (Fig. 3) genauer ergänzen. Über dem kompakten, grobbankigen Requienkalk folgt am Uebelhorn mit messerscharfer Grenze:

---

[1]) Vergl. Arnold Heim, Churfirsten-Mattstock-Gruppe, Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, n. F. Lfg. XX, I. Teil 1910, II. Teil 1913.

1. a) 3,5 m grünsandiger Mergel wechselnd mit Lagen von feinkörnigem grauem Kalk, der Glaukonit in Körnchen und Schlieren enthält. Übergang allmählich in b) 2–4 m kompakter Kalk ähnlich Schrattenkalk, jedoch inwendig dunkler, etwas bräunlicher angewittert und Glaukonitkörnchen enthaltend; bildet den höchsten Gipfel. Übergang in c) 0,2—0,3 m Fossilbank; glaukonitreicher Kalk mit Phosphoritknollen, mit *Parahoplites Deshayesi* var. *subfissicostatus* Sinz., *Hoplites* (*Dufrenoya*) *furcatus* Sow. sp. (= Dufrenoyi d'Orb.), *Douvilléiceras Martini* d'Orb. var. *orientalis* Jacob (3 Exemplare), *Douvilléiceras Martini* d'Orb var. *occidentalis* Jacob (1 junges Exemplar), *Phylloceras subalpinum* d'Orb. (1 grosses Ex.), *Macroscaphites* sp., ferner *Nautilus* sp., massenhaft kleine *Belemniten, Plicatula* sp. (? *placunea*), *Terebratula* sp. und häufig *Inoceramus concentricus* Park. Übergang (?) in
2. 10 m (?) dunkle glaukonitische Mergel, wohl Luiteremergel.
3. 30—40 m (?) Gamserschichten, grünsandige, schlierig-knollige Mergel mit Glaukonitsandstein, schlecht aufgeschlossen.
4. 40 m (?) Brisisandstein.

Die oben erwähnte Fauna 1. c. wurde gesammelt auf dem Weglein 30 m SW des höchsten Gipfels. Ihre stratigraphische Lage entspricht genau dem Fossilhorizont am Luiterezug, während die paläontologische Untersuchung durch Herrn Prof. Kilian auf etwas höheres Alter hinweist, nämlich auf die Zone des *Hoplites furcatus* = unteres Gargasien, Zone IIa Jacobs. Luiteremergel und Gamserschichten gehören nach den Befunden in der Ostschweiz zum oberen Gargasien, Zone IIb; der Brisisandstein zur Clansayes-Zone III. Diese drei zusammen haben am Uebelhorn eine Mächtigkeit von rund 100 m. Damit ist nachgewiesen, dass hier das Aptien s. str. nicht im Schrattenkalk, sondern im bisher sog. Gault vertreten ist, der zu mehr als $^9/_{10}$ dem Aptien angehört.

Für die Basisschichten No. 1a—c des unteren Gargasien am höchsten Grüntengipfel, von denen nach ihrer Fauna bisher in den helvetischen Alpen noch kein Analogon bekannt ist, schlage ich die Bezeichnung Grüntenschichten vor. Sie sind den sog. „Gibbsischichten" im Liegenden der Luiterezug-Fossilschicht des Engelbergertales gleichzustellen, die bereits von Jacob 1907 zum Gargasien gestellt wurden.[1]

---

[1] Ch. Jacob, Etudes pal. et strat. sur la partie moyenne des terrains crétacés etc., Grenoble 1907 pag. 237. — Arn. Heim, Zones pal. et lith. du Crétacique moyen etc., B. S. G. F. 1909, pag. 103, Fig. 1.

Am Nordabhang des Grünten (II in Fig. 9) sind die Brisischichten 30—40 m mächtig und Gamserschichten angedeutet. Gute Aufschlüsse fehlen.

In den Bachfurchen von Oberschwandalp auf der SE-Seite des Grünten (IV) sind die Grüntenschichten anscheinend 10—20 m mächtig. Die Gargasschichten setzen sich von dort kontinuierlich nach NE fort bis über den Giggl-Stein hinaus, auf dessen Südseite der Brisisandstein mächtige Felswände bildet (Fig. 9, 10).

Wertach. 8 km ENE des Grünten ist die helvetische Kreide von der Wertach quer durchschnitten. Leider sind die Aufschlüsse sehr mangelhaft, und die Tektonik ist nicht so einfach, wie sie Gümbel darstellt. Die besten Aufschlüsse des Gault bietet der Felsabhang östlich der Schlaghof-Hütte am südlichen Ausgang der Kluse. Drei oder viermal liegt dort auf 300 m Breite die mittlere Kreide bei vertikaler Schichtlage repetiert hintereinander! (Fig. 4.) Vor allem springt der Brisisandstein in die Augen, dessen oberer Teil quarzitisch und blaugrau angewittert ist.

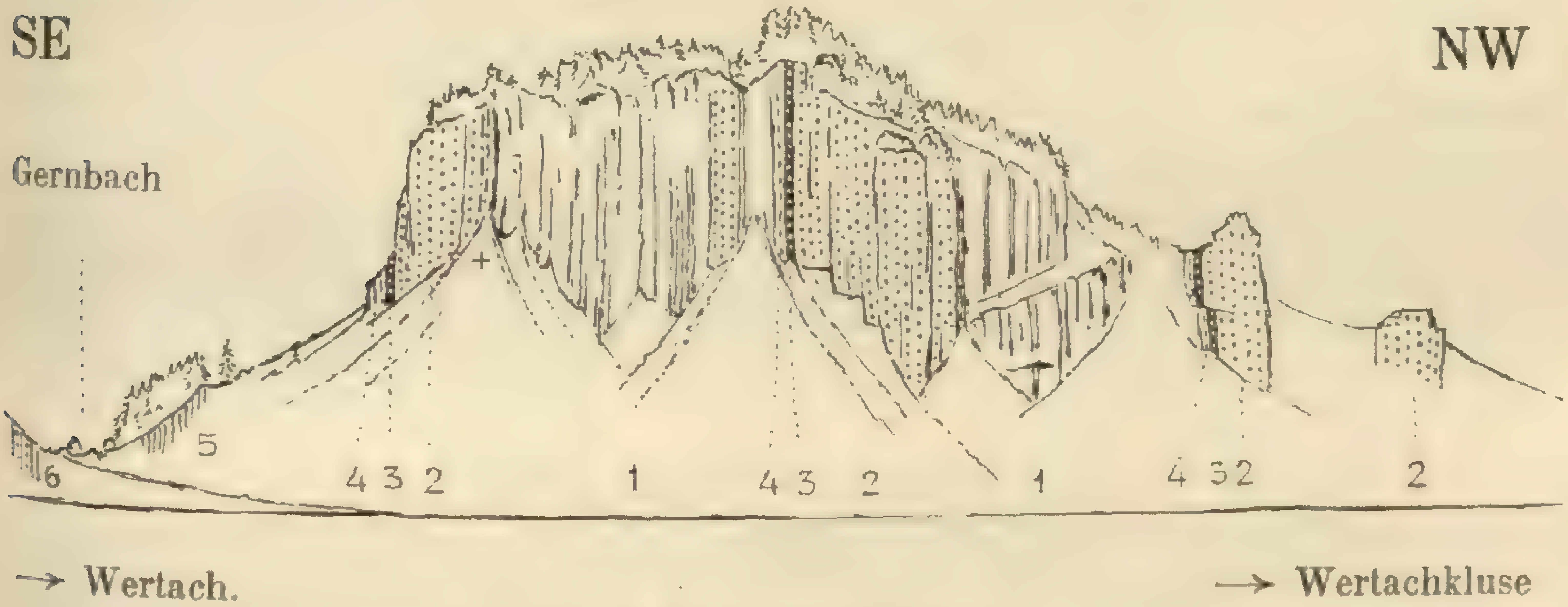


Fig. 4. Repetierte Pakete der mittleren Kreide am Südausgang der Wertach-Kluse.

Gargasien { 1 = Gamserschichten, 3 = Durschlägi-Fossilschicht, unteres Albien,
2 = Brisisandstein, 4 = Seewerkalk,
{ 5 = Leistmergel, Senon
6 = bläulich feinsandige Mergel.

In der zweitsüdlichen Schuppe trifft man nach einer 10 m breiten Schuttunterbrechung:

a) 40—60 m grobbankigen, dunkeln Kieselkalk und Sandkalk, den ich zuerst für Hauterivien hielt.

b) 1 m knollig-flaserige Bank vom Typus Gamserschichten.

c) ca. 12 m massiger Glaukonitsandstein.

d) ca. 15 m massiger blaugrauer Quarzitsandstein in meterdicken ineinander verzahnten Bänken.

a—b entsprechen wohl den Gamserschichten, c—d dem Brisisandstein.

Die südlichste Schuppe beginnt mit etwa 10 m massigem Glaukonitsandstein (Brisi?), dann folgen über 50 m „Kieselkalk" bis zu einer Schuttrinne mit Sandsteinblöcken voller Fährten und mergeligem Grünsand (+ in Figur 4). Das Profil endigt mit Brisisandstein 15 m, Albien-Fossilbank und Seewerkalk.

Die nordwestliche der drei Schuppen setzt mit den gleichen Stufen über die Wertach, und an der Strasse NW vom Steinhauerhüttchen ist auch die untere Grenze aufgeschlossen: Unter dem Kieselkalk (Pflastersteinbruch) 2—3 m grünschwarzer Glaukonitmergelschiefer, der mit scharfer, etwas rauher Grenze auf 5 m späthigem Schrattenkalk aufliegt. Die Grüntenschichten scheinen zu fehlen.

Ein Rückblick ergibt, dass der Brisisandstein die konstanteste, überall vorhandene Schichtabteilung der ganzen mittleren Kreide ist. Ich fand ihn noch 20 km östlich des Grünten von Rehbichel bis Ruine Eisenberg, wo der Schrattenkalk wieder wenigstens 80 m mächtig ist.

Die Gamserschichten fehlen mit Ausnahme von Rudimenten den Vorarlbergerketten bei Oberstdorf, sind dagegen mächtig vom Grünten bis zur Wertach, erinnernd an Werdenberg am Rhein und an die Illschlucht bei Feldkirch.

Albien.

Der Gault im engeren Sinne ist sehr reduziert, aber trotzdem wohl gegliedert.

Vorarlbergerketten. Bei der Walserschanze lässt sich der bloss 3 m mächtige Gault in vier Abteilungen zerlegen (Fig. 5 und pag. 460).

In der nächst nördlichen Kette an der Breitach W Jauchen folgen auf Brisisandstein (Fig. 5):

4. 1,5 m knorrig-mergeliger Grünsand. oben fast schwarz. voller Knöllchen *Inoceramus concentricus* (= Durschlägisch.?) Nur im N-Schenkel sichtbar.
5. 4,5 m Glaukonitkalk mit Phosphoritknollen. *Desmoceras* sp., = Twirrensch.; Übergang in
6. 0,6 m Phosporitknollenbank, gegen 5 durch 5 cm Grünsandmergel abgetrennt. Steinkerne schlecht erhalten; Lochwaldschicht. Übergang in
7. 1,3 m massiger Grünsandkalk mit dichten Kalknestern (Inflatuszone). Übergang allmählich in
8. 0.3 m Seewerkalk mit einzelnen Glaukonitkörnchen. darüber grauer Seewerkalk.

Im folgenden Gewölbe ist an der gleichen Breitachstrasse 1,5 km weiter NE in einem Steinbruch der Kontakt Gargasien-Albien vollkommen aufgeschlossen (Fig. 5, Wasach):

3. Brisisandstein. Übergang 1 dm in

4a. 0,4 m schwarzgrüner Glaukonitsandkalk voller bis 4 mm grober weisser und rosafarbiger Quarzkörner, = Durschlägisch. Übergang in

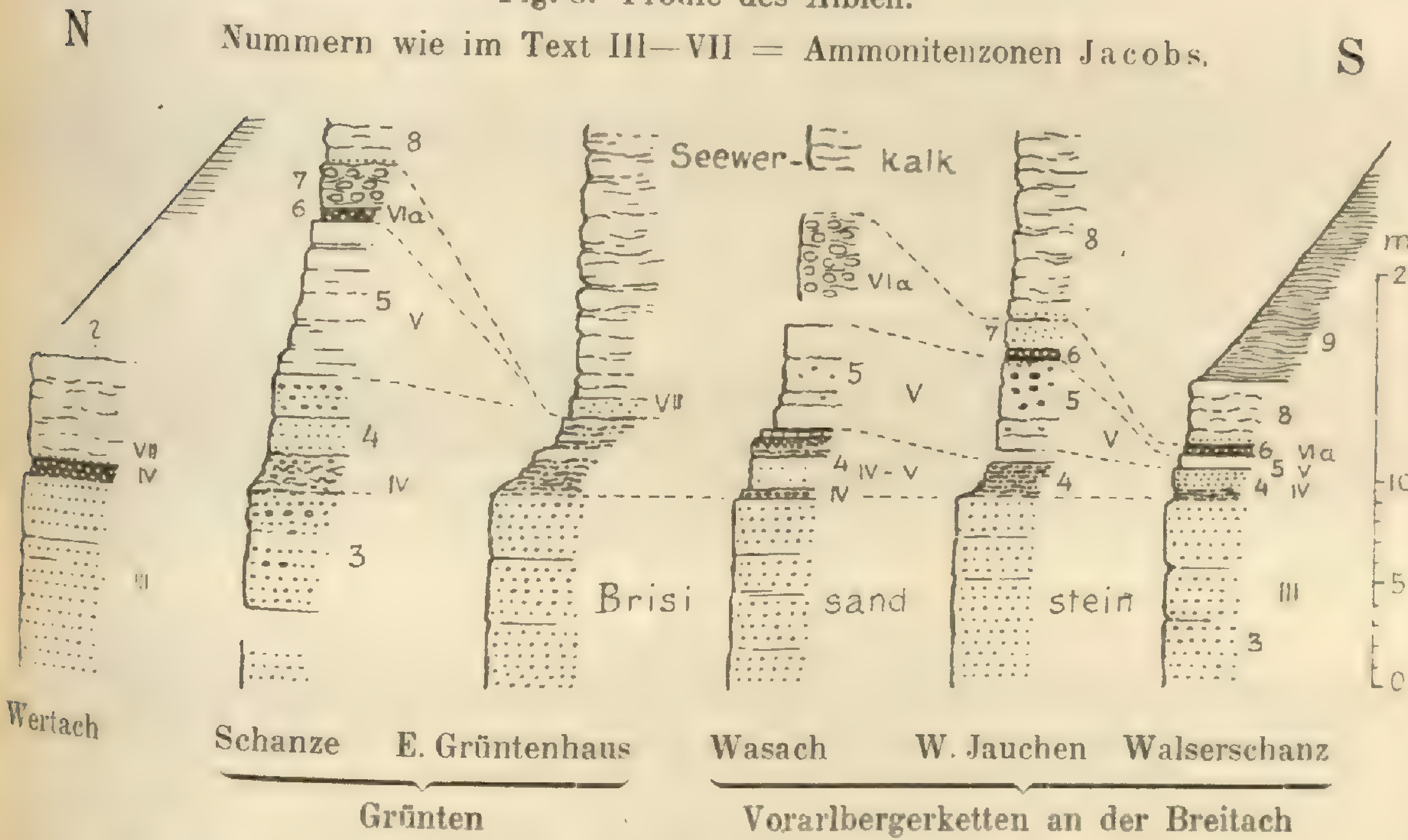
4b. 1,4 m feinkörniger grünsandiger Kalk, massig.

4c. 1 m mit tiefgrünen Mergellagen, zu oberst Bank voller Phosphoritknollen (Flubrigsch.).

5. 5 m massiger Glaukonitkalk, durch 15 cm Mergellage mit Kalkbank von 4c scharf abgetrennt. Massenhaft kleine Belemniten und *Innoceramus concentricus;* Twirrensch.

Fig. 5. Profile des Albien.

Nummern wie im Text III—VII = Ammonitenzonen Jacobs.


N
S
Seewer-kalk
Brisi sand stein
8
7
6
VIa
5
V
4
IV
3
VII
IV-V
9
III
?
m
20
10
5
0
Wertach
Schanze
E. Grüntenhaus
Wasach
W. Jauchen
Walserschanz
Grünten
Vorarlbergerketten an der Breitach

Am gleichen Gehänge sind längs der Strasse zum Wasach-Sanatorium die mergeligen fossilreichen Grünsande des unteren Albien (Nr. 4) in breiten Flächen angeschnitten. Sie lieferten u. a.:

Douvilléiceras mamillatum Schloth. und

Hoplites (Leymeriella) Revili Jac. (Zone IV).

Auch die Knollenschichten finden wir hier zum erstenmal mit ihren typischen Kalkknollen, wenigstens 4 m mächtig.

Grünten. Am Grat östlich des Grüntenhauses ist das Albien auf 2—4 m knorrig-flaseriger Grünsandgesteine des unteren Albien reduziert, das mit dem Brisisandstein innerhalb 2 dm verbunden ist (Fig. 5). Am Grat bei der Hochwarte sind diese Schichten 5—8 m mächtig und durch grobe Sandkörner ausgezeichnet. Darüber folgt eine massige Glaukonitkalkbank voller Steinkerne, besonders *Inoceramus concentricus.* Die Aufschlüsse sind mangelhaft.

Wesentlich anders ist der Gault im nördlichen Grüntenzug (II) entwickelt. Das Profil an der Schanze bei Burgberg hat schon Gümbel erwähnt. Infolge von tektonischen Verkeilungen und Doppelung mit massenhaften Rutschflächen (Fig. 9) lässt sich dort aber nur der nördliche der beiden Steinbrüche stratigraphisch verwerten (Fig. 5):

3. 5,5 m glaukonitarmer Quarzsandstein mit schwarzen polierten Körnchen, knorrig, grobbankig (oberster Brisisandstein?).

4a. 1,5 m grauer Kalk-Glaukonit-Sandstein mit einzelnen, bis 3 mm groben, weissen, eckigen Quarzkörnchen, voller auffallender graphitgrauer Fährten von 1—2 cm Dicke und bis 3 dm Länge. Übergang

4b. 2 m dunkelgrüner, feinkörniger, massiger Glaukonitkalk. Übergang

4c. 2,2 m grobsandiger Glaukonitkalk mit Geröllchen bis zu 2 cm aus grobem Sandstein, voller schlecht erhaltener Fossilien, kleine Austern, *Desmoceras*. Übergang

5. 7,7 m abgebauter Pflasterstein: schwarzer, feinkörniger, schwach grünsandiger, geschichteter Kalk mit fasrigem Bruch, lagenweise voller Phosphoritknöllchen; ***Inoceramus concentricus*** häufig = Twirrensch.

6. 0,7 m Phosphorit-Knollenbank mit Belemniten und Ammoniten = Lochwaldsch. Übergang 1 dm in

7. 2,0 m Knollenschichten, typisch, mit faustgrossen Kalkknollen. Scharfe Grenze bis Übergang 5 cm in

8a. 0,3 m Seewergestein, knorrig, mit häufigen Pyritknollen und Löchern, grünen Nestern und einzelnen Glaukonitkörnchen, = Turrilitensch.? Übergang in

8b. 20—25 m Seewerkalk, linsig-flaserig, grau bis gelblich und grünlich, mit grünen Tonhäuten.

In diesem Profil sind Durschlägi- und Flubrigschichten völlig versandet. Die Knollenschichten nehmen im gleichen Gaultzug nach ENE zu: 700 m von der Schanze entfernt 3—4 m, nördlich unter dem Uebelhorn 8—10 m.

Wertach. In allen drei südlichen Schuppen genau die gleiche Ausbildung: direkt auf dem Brisisandstein mit raschem Übergang eine 0,8 m dicke, schwarze Phosphoritknollenbank erfüllt mit Fossilien, nach Bestimmung durch Prof. W. Kilian:

Hoplites (Leymeriella) tardefurcatus Leym sp. 1 gutes Bruchst.

Hoplites (Leymeriella) regularis Brug. sp. 4 kl. Bruchst., wovon 2 Exemplare „identiques à celles de Les Prés de Rencurel, Isère“.

Ferner sind häufig *Desmoceras Beudanti* Brong., *Nautilus*, *Belemniten*, *Waldheimia*, *Terebratula*, *Inoceramus concentricus*. Diese Fauna lässt darüber keinen Zweifel, dass die Zone IV des Hoplites tardefurcatus vorliegt und die Fossilbank den Durschlägischichten angehört. Umso merkwürdiger ist ihr zwar rascher Übergang in das Seewergestein vom Aussehen der Überturrilitenschicht (Fig. 4 und 5).

An der Wertach ist somit der Unterschied von Gargasien und Albien der grösste, das Gargasien 100 mal mächtiger. Die ganze

Ausbildung stimmt überraschend mit derjenigen der südlichen Illschlucht bei Feldkirch, d. h. der südlichsten Vorarlbergerkreide überein. [1]

Cenoman-Turon.

Die Turrilitenschichten sind nicht entwickelt. Überall beginnt die Oberkreide mit 0,2—1 m Seewergestein, das sich jedoch vom hangenden Seewerkalk durch seine Glaukonitkörnchen unterscheidet und faziell den Überturrilitenschichten entspricht. Möglicherweise sind die Glaukonitkörnchen aber nur dem Gault entnommen oder die Turrilitenschichten verkalkt, worauf Gümbels Angabe von *Turrilites Bergeri* an der Schanze schliessen liesse.

Vorarlbergerketten. Bei der Walserschanz, wie auch am untern Ausgang der Breitach-Klamm ist durch Zwischenlage grünlicher Fleckenschiefer von 17—25 m ein unterer Seewerkalk 3—5 m scharf von einem oberen (ca. 8 m) abgetrennt (Fig. 1). Ob es sich hier um eine Spaltung des Seewerkalkes nach S handelt, sollte durch weitere Studien ermittelt werden.

Auf der Südseite des Burgberges liegen über Seewerkalk gewöhnliche, gelbliche Seewerschiefer.

Grünten. Seewerkalk auf der Nordseite ca. 20 bis 30 m, grau und grünlich; beim Grüntenhaus 40—50 m mit zahlreichen rötlichen Lagen in der oberen Hälfte; darin *Inoceramus Cuvieri* (Gümbel); anscheinend ebenso auf der SE-Seite des Berges.

Wertach. Seewerkalk anscheinend nur 5 m mächtig.

Rehbichel. Unterer Seewerkalk grau und grünlich, voller Belemniten *(B. ultimus?)*, 20 m; oberer mit roten Lagen 30—40 m.

Senon.

Über Senon und Eocän des Grünten soll nur gesagt werden, was für den Zusammenhang notwendig ist, da von Herrn Oberbergrat Dr. Reis eine eingehendere Veröffentlichung darüber in Aussicht steht.

Vorarlbergerketten.

Walserschanze. ca. 200 m typische Leistmergel, in Wildflysch übergehend, der vielleicht teilweise ebenso cretacisch ist (Fig. 1).

Jauchen. Unzusammenhängende, dislozierte Aufschlüsse von a) Senongrünsandstein, am Burgbühl NW Oberstdorf grosser Steinbruch 50° ESE fallend, ca. 30 m massig, intensiv grün, mit grossen

---

[1] D. Trümpy, Rhätikon, „Beiträge zur geol. Karte der Schweiz", Lief. XLVI. 1916, pag. 75.

Glaukonitkörnern und glasigem Quarz; oben einige Meter plattiger, weniger glaukonitreich; blutrote Verwitterung auf Rutschflächen. b) NE davon bei der Stillachbrücke P. 856 gelblich anwitternde Fleckenschiefer mit Kalkplättchen, übergehend in feinkörnige, glaukonithaltige Schiefer, ähnlich Wangschiefer. c) Typische bräunliche Wangschiefer bilden mit 10° ESE Fallen das Hügelchen SE der Eisenbahnbrücke über die Stillach. Ob diese Horizonte und der Wildflysch der Synklinale von Tiefenbach normal zu den untertauchenden Kreidegewölben gehören, liess sich nicht ergründen.

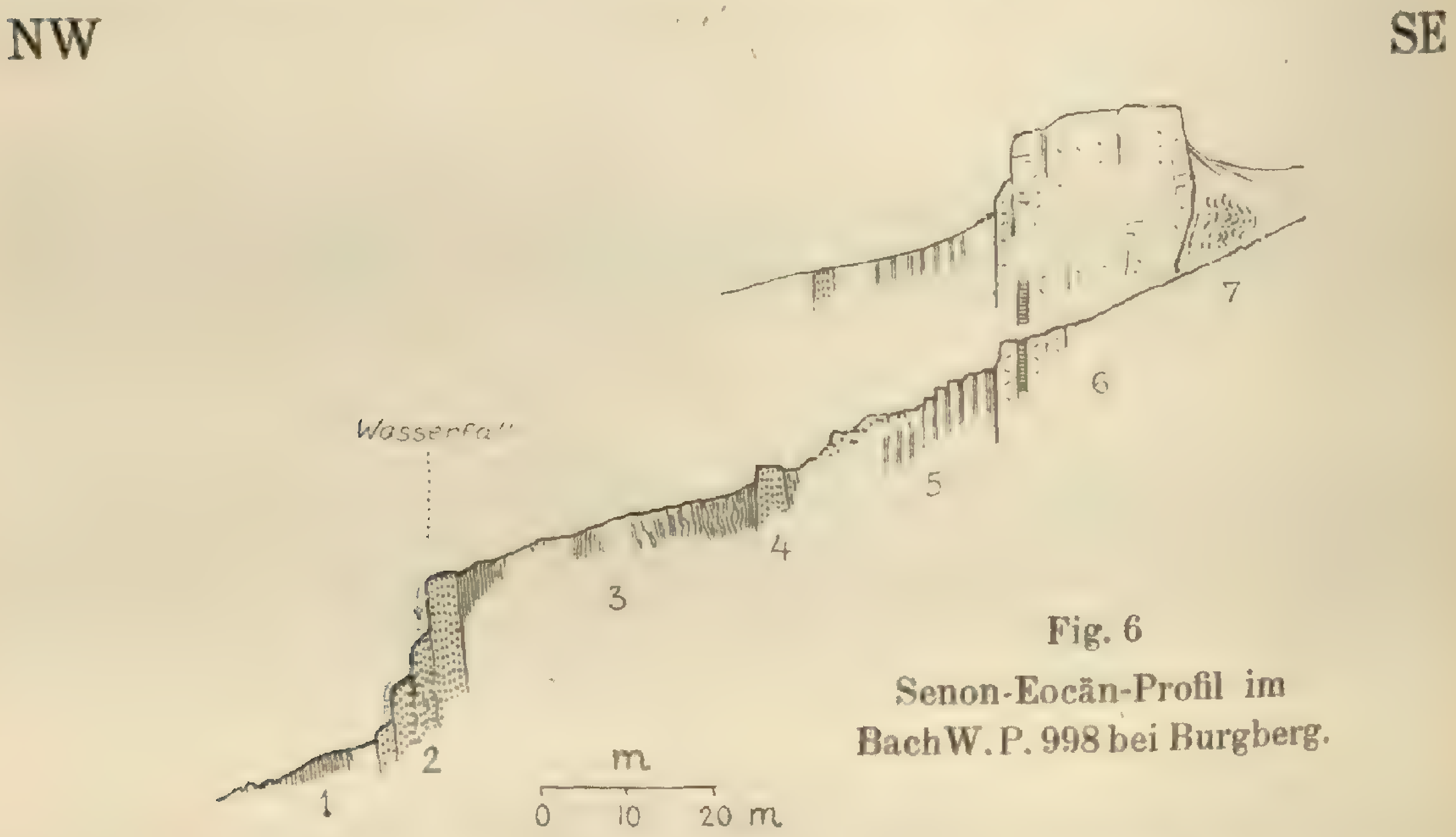


Fig. 6
Senon-Eocän-Profil im Bach W. P. 998 bei Burgberg.

Grünten. In der steilen Bachfurche 600 m SE der Kirche Burgberg am SW-Fuss des Grünten findet man von unten (Fig. 6):

1. Untere Leistmergel, z. T. dunkler und bröckeliger als gewöhnlich.
2. 10—15 m Burgberggrünsandstein; massig, dunkelgrün, feinkörnig.
3. ca. 35 m graue, z. T. knollige Leistmergel, beidseitig scharf begrenzt.

4a. 3 m kalkiger Grünsandstein.

4b. 1 + x m rauhe, grünsandige Mergelschiefer. 15 m Schuttunterbrechung.

5. 8 + x m klingendharte, graue, feinkörnige Kalkbänke mit feinsandigen Mergellagen, scharf konkordant an Nummulitenkalk grenzend.

In den Bächen der Schwandalp auf der SE-Seite des Grünten steht das Senon vertikal in einer Breite von 500 m. Auf Seewerkalk folgen nach kurzem Schuttunterbruch

1. ca. 50 m gelbliche Schiefermergel (Leibodenmergel?).
2. ca. 300—400 m Leistmergel mit einer dünnen glaukonitreichen Bank im mittleren Teil. Schuttunterbruch.
3. ca. 30 m harte, graue Kalkbänke von je 1—8 dm, mit glimmersandigen Mergelzwischenlagen, oben knollig und voller Austern aus der Verwandtschaft der *Gryphaea vesicularis*, kleine Form. Scharfe Grenze gegen Nummulitenkalk (Fig. 9.)

Leistmergel und Senongrünsandstein sind auch auf der NW-Seite des Grünten vorhanden (Fig. 9).

Es ergibt sich aus diesen Profilen, dass der bekannte senone Burgberggrünsand als fazielle, sich gelegentlich repetierende Einlagerung in Leistmergel zu betrachten ist. Die Leistmergel ihrerseits entsprechen wohl teilweise den Pattenauer- und Gerhardsreuterschichten (J. Böhm, H. Imkeller), während die 20 bis 30 m mächtigen obersten Kreideschichten mit ihren auffallenden Kalkbänken und Schiefersandlagen, was Reis[1]) schon 1895 erkannt hat, den Hachauerschichten gleichzustellen sind. Andererseits erinnern sie an die Austernbänke im Flysch der nördlichen Schweizeralpen, die von Rothpletz bei Brand ob Weesen entdeckt und als Senon gedeutet wurden.[2])

Das Profil der Hirzenegg in der eingewickelten Flyschzone von Einsiedeln, wo L. Rollier zuerst eine senone Faunula und Arn. Heim darüber die Austernschichten entdeckt hat, stellt also vermutlich eine dem Grüntensenon analoge normale Schichtfolge dar: Leistmergel, Austernbänke (*Gryphaea* gr. *vesicularis*), Nummulitenkalk. Unsere Austernschichten im Flysch sind somit aus dem südlichsten helvetischen Faziesgebiet herübergeschürfte Hachauerschichten in mehr mergeliger statt sandiger Fazies, und diese wiederum vertreten vermutlich den oberen Teil der Wangschichten im Ablagerungsgebiet südöstlich desjenigen der Wangschichten.

Eocän.

Das Eocän tritt in zwei verschiedenen Fazies auf:

1. Nordfazies. Bei Biehlerdorf[3]) auf der linken Talseite und Agathazell am NW-Fuss des Grünten, 2—5 m typischer Assilinengrünsand (Lutétien), erfüllt mit *Assilina exponens, Nummulina complanata, Orthophragmina discus* var. *laevicrassa* und *laevitenuis* bis zu 40 mm Durchmesser, *O. sella, Pecten, Spondylus,* Austern etc. Darüber folgt Mergelschiefer (Stadschiefer), wie im nördlichen helvetischen Faziesgebiet der Schweizeralpen. Das Liegende ist bei Agathazell Seewerschiefer.

2. Südfazies. Auf der Südseite des Grünten folgt auf den Austernbänken des obersten Senon mit scharfer Grenze der vorwiegend hell-

---

[1]) O. M. Reis, Erläuterungen Karte Bergen-Teisendorf, Geogn. Jahresh. München 1895.

[2]) Vergl. Churfirsten, „Beiträge". n. F. Lfg. XX, pag. 58, Fig. 18—19.

[3]) Vergl. A. Rösch, Der Kontakt zwischen d. Flysch und der Molasse im Allgäu, mit geol. Karte 1 : 25000, Diss., München 1905.

graue, fossilreiche, klassische Nummuliten-Lithothamnienkalk des Lutétien vom Typus Einsiedeln-Flibach, 30—40 m (Fig. 6 und 9). Im untern Teil enthält er eine rote eisenreiche Einlagerung, die früher an vielen Stellen als Eisenerz abgebaut wurde (**Gümbel**). Das Gestein ist organogen, erfüllt von *Nummulina complanata* var. *minor, N. Murchisoni, N. globulus* (?), *Assilina granulosa, Operculinen, Orthophragminen,* Mollusken, Terebrateln etc. Darüber folgt zuerst schwärzlicher, fein glimmersandiger Mergel (Hohgantschiefer, Auversien?, 7 in Fig. 6), dann bei Winkel an der Starzlach mächtige, grünliche Fleckenmergel (Fig. 9), erinnernd an den Flibach, Niveau der Stadschiefer (Nummulitenflysch Gümbel, Obereocäne Stockletten Reis).

Faziesstellung des Grünten.

Leider fehlen noch alle präzisen Anhaltspunkte über die Vorarlbergerketten, um daraus die Isopen ermitteln zu können. Wir wissen noch nicht, ob sie bis zur Iller dem Alpenstreichen parallel gehen. Am Grünten verändert sich die Schichtfolge im Querprofil rascher als in der Längsrichtung. Verglichen mit der Schweiz ergibt sich folgendes:

1. Das Ostende der **Vorarlbergerketten** bei Oberstdorf entspricht der **mittleren** helvetischen Fazieszone (Säntis-S, Amden-Vierwaldstättersee). Nur Albien und Seewerkalk weichen durch ihre schwache Entwicklung, besonders im S, etwas ab. Das Albien ist, wie auch z. T. in der Schweiz, durch Unregelmässigkeiten ausgezeichnet, aus denen sich nach den wenigen Daten noch keine Fazies-Ordnung herauslesen lässt.

2. Der **Grünten**-Nordsaum (Agathazell), scheint gemischter Fazies zu sein, während **Gipfel und Südabhang durchaus südöstlichen Charakter** tragen: Mächtige Drusbergschichten, dafür reduzierter Schrattenkalk, und mächtiges, voll entwickeltes Gargasien, analog der Drusbergdecke. Senon und Eocän gleichen sogar dem eingewickelten südlichsten helvetischen Faziesgebiet von Einsiedeln-Flibach. Auch die Kreide der Wertachkluse hat **südlich** helvetischen Typus.

Vorausgesetzt, dass die Isopen und Fazieszonen von der Schweiz aus in gleicher Ordnnng ins Allgäu fortsetzen, würde hieraus folgen, **dass der Grünten aus einer südlicheren Fazieszone stammt als die Kreide westlich Oberstdorf.** Man darf sich daher fragen, ob der Grünten tektonisch etwa den „Préalpes externes“ der Westschweiz entspricht.

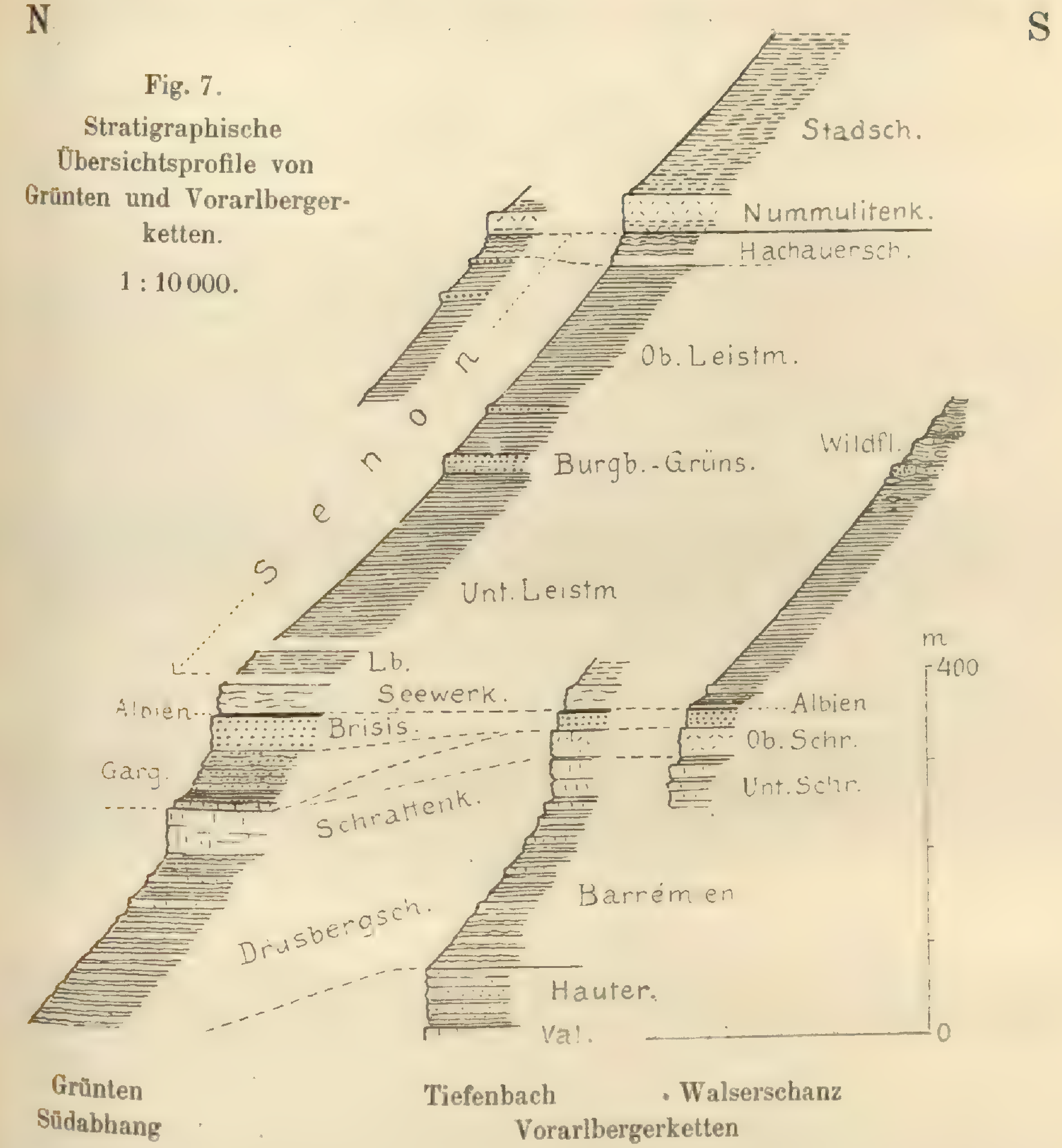

N
S
Stadsch.
Nummulitenk.
Hachauersch.
Ob. Leistm.
Senon
Burgb.-Grüns.
Unt. Leistm.
Lb.
Seewerk.
Albien
Brisis.
Garg.
Schrattenk.
Drusbergsch.
Barrémien
Hauter.
Val.
Wildfl.
Albien
Ob. Schr.
Unt. Schr.
m
400
0
Grünten
Südabhang
Tiefenbach
Walserschanz
Vorarlbergerketten

Fig. 7.
Stratigraphische Übersichtsprofile von Grünten und Vorarlbergerketten.
1 : 10 000.

Tektonik.

Bemerkungen über Wildflysch und exotische Blöcke.

Die Bäche auf der SE-Seite der Strasse bei der Walserschanz und am Westende der südlicheren Vorarlbergerketten (wo Haniels Karte Seewerschichten und Moränen angibt) bieten ausgezeichnete Aufschlüsse der Grenzregion von Leistmergel und typischem Wildflysch voller Blöcke, die sich allmählich in den grauen Kreidemergeln einstellen, sodass man, wie bei Amden am Walensee, zunächst an einen stratigraphischen Übergang denken muss. Die Linsen und Blöcke sind teils sichtbar im anstehenden Mergel eingebettet, zum grössten Teil aber herauspräpariert und in einer ganzen Mustersammlung in den Bächen zu finden: grüne und graue exotische Breccien mit gelben

Dolomitfragmenten, Sandstein, Kalkstein, Konglomeratblock von 1 m^3 mit faustgrossen Geröllen von gelbem und weissem Kalk, Sandstein und grünem Ölquarzit etc. Die Frage ist berechtigt, ob dieser Wildflysch der Söllereck zur Vorarlberger-Kreide gehöre.

Auf das Gegenteil deutet der in Haniels Karte richtig abgegrenzte Aufschluss am östlichen Trettachufer von Oberstdorf: typische „Couches rouges", verkehrt, 50–85° SSE fallend.

a) 30–40 m mit bis 10 m dicken roten und rot-grün gefleckten Lagen;

b) ca. 30 m grünlich;

c) 0,5 m Übergangsschicht aus schwarzbraunem bröckeligem Mergel mit dolomitischen Kalkknollen von 1–2 cm und Kieselkalk, sowie einem halb faustgrossen grünen Ölquarzitgerölle.

d) Wildflysch mit Bänken und Linsen von dichtem Kalk und Kieselkalk, mächtig.

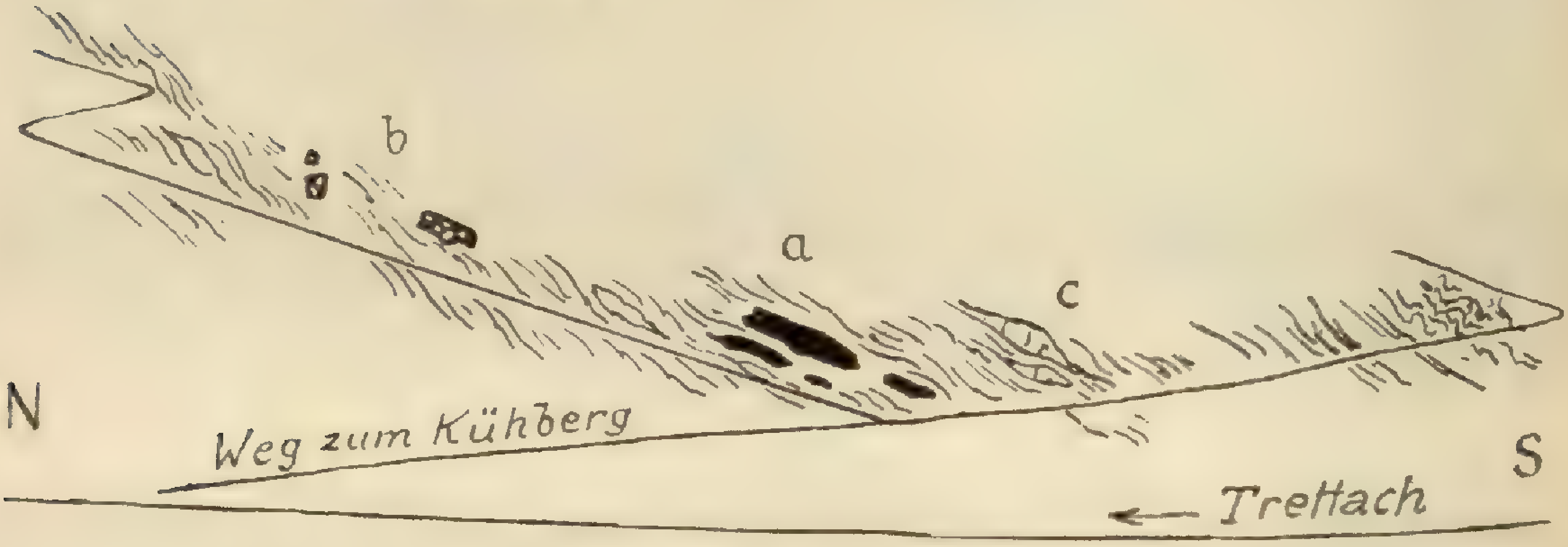


Fig. 8. Exotische Blöcke im Wildflysch von Oberstdorf.
a = verwitterter „Gneis" (Quarz-Muscovit-Chlorit).
b = massiger Granit, weiss, aplitisch.
c = metamorphe Flyschkalklinsen mit sekundären Tonhäuten.

Also Wildflysch mit „Couches rouges" vom Typus Préalpes médianes-Klippen-Falknis stratigraphisch verknüpft!

Im Hangenden dieses eingewickelten Couche-rouge-Fetzens (Falknisdecke?) befinden sich die bekannten Gneiseinschlüsse am Kühberg, die Rothpletz mittelst Verwerfungen von der Unterlage der oberostalpinen Trias-Schubmasse herleitet. Es handelt sich aber (wie vermutlich auch am Bolgen) um exotische Blöcke, die mit dem oberostalpinen Deckenschub nichts zu tun haben. Der grösste, den ich sah, hat eine Länge von etwa 5 m (Fig. 8).

Das Ostende der Vorarlbergerketten.

1. In musterhafter Regelmässigkeit sinkt das Engenkopf-Gewölbe mit 20–25° im Schrattenkalk und bis 45° im Leistmergel

unter den mächtigen Flyschrücken der Söllereck. Ihm vorgelagert folgt nördlich der Breitachklamm noch ein kleineres Nebengewölbe gleicher Fazies, dessen Südhälfte durch einen NE streichenden Bruch amputiert ist.

2. Das Geissberg-Gewölbe ist am Geissberg noch steil aufgerichtet und eng zusammengepresst, weitet sich aber vor seinem Untertauchen am Burgberg. Axenfallen an der Breitach 15—25°. Durch eine tiefe Wildflyschmulde getrennt folgt

3. Das Ochsenberg-Gewölbe, auf dem das neue grossartige Sanatorium Wasach steht. Axenfallen an der Breitach 10—15°. Die komplizierte Doppelung der Schrattenwände im Trockentälchen Winkel-Hirschsprung bedarf genauerer Studien.

4. Das Schwarzenberg-Gewölbe mit dem Hirschsprung als glaziale Abflusskerbe des Trockentales auf einer kleinen Transversalverschiebung durch den Schrattenkalk seines Nordschenkels.

5. Aus dem fahrenden Zug schien mir das Bord bei Maderhalm (bisher als Flysch kartiert) ein sanftes Gaultgewölbe zu bilden, dessen Hangendes die Oberkreide von Reichenbach auf der Ostseite des Illertales wäre.

Von einer transversalen Abscherung grossen Stils war auch nicht eine Andeutung zu finden.

Der Grünten.

Querprofil.

Der Grünten besteht von NW nach SE aus folgenden tektonischen Abteilungen (wie in Fig. 9 und 11).

I. Das Oberkreide-Eocängebiet von Agathazell am NW-Fuss des Grünten. Ein flüchtiger Streifzug ergab, dass nach den stratigraphischen Verhältnissen hier wenigstens zwei, wahrscheinlich 3—4 Faziesgebiete tektonisch gemischt sind. Der Hügel an der Strasse 300 m SE der Kapelle Agathazell besteht aus einer steil stehenden Schuppe von Seewerschiefer (obere Seewerschichten, Turon) mit Assilinengrünsand und Stadschiefer auf ? Stadschiefer (Fig. 9). Leistmergel und Senongrünsand, die in dieser Schuppe stratigraphisch fehlen, sind dagegen nördlich wie südlich davon vorhanden. Es kommt noch der erste Hügel im Tannenwald nördlich der Schanze hinzu, der aus 30—50 m mächtigem, steil SSE fallendem, etwas mergeligem, feinsandigem, grauem, rauhschieferigem Kalk besteht, erinnernd an die Kreide des Hüttenberg-Rückens, vielleicht Äquivalent der Hachauer- oder Wangschichten (Fig. 9, x).

II. Die Rippe der Schanze, den untern Teil des steilen NW-

NW
SE
Grünten-Alp
Giggist.
1496
Giggltobelb.
Molasse
m
1
2
IV
4
5
7
1100 m
1100
Übelhorn
1738
Zweifelgern-Alp
II
Kammereckalp
Rossberg-Alp
1
IV
3
4 5 6
6 5 4
Molasse
Siechenk.
1572
Weg
Stuhlw.
2
4 5 6
7
8 9
Weg
7
1000 m
m
1000
1
2
3 4 5
6
III
5 4 3
2
1
IV
5 6
2 3
4
II
Weg
V
950
I
5
2
III
Weg
IV
9
7
6' 10
7
2
7
4
9
10
Agathazell
10' 9'
x
Schanze
Burgberg
7 8 9 10
9
10
Starzlach
700 m

Fig. 9. Profilskizzen durch den Grünten

1 : 30000

1. Drusbergsch. } Barrémien
2. Schrattenkalk }
3. Bedoulien } Aptien
4. Gargasien }
5. Albien
6. Seewerkalk
7. Amdenersch. mit Grünsandbänken } Senon
8. Austernschichten }
9. Nummulitenkalk } Lutétien
9'. Assilinengrüns. }
10. Stadschiefer

m Molassemergel

x feinsandiger Schieferkalk (Obersenon?)

·—·—· Brüche und Überschiebungen

I—V tektonische Zonen

gezeichnet von Arn. Heim

Abhanges bildend. Obwohl keine Umbiegung zu finden war, handelt es sich wohl um ein eng gepresstes Gewölbe mit Schrattenkalkkern, denn schon 600 m NE der Schanze liegt vertikaler, zerdrückter Seewerkalk als NW-Schenkel am Schrattenkalk, und gegen die Kammereck hin wird dieser auch durch Gault ergänzt. Gleichzeitig richtet sich die Schichtlage von 60° SE-Fallen bis zu 80° NW-Fallen auf (Fig. 9).

III. Das Burgberghorn-Gewölbe, das nordwestliche der beiden Grünten-Gipfelgewölbe, erhebt sich bei Burgberg in runder, aufrechter Form mit 55° Steilheit aus dem Talboden zum Burgberghorn (= Kreuzelspitz), auf dessen NE-Seite sich das Schrattengewölbe auf den Drusbergkern öffnet (Fig. 10 und 11). Das Axensteigen setzt mit 30—40° fort und das Gewölbe wird rückgestülpt, derart, dass am Siechenkopf der Südschenkel mit etwa 40° SW-Fallen (d. h. im Querprofil fast horizontal) den orographischen Grat überschreitet (Fig. 9). Fortan bleibt der Drusbergkern auf dem NW-Abhang. Er stösst direkt diskordant gegen den Seewerkalk des SE-Schenkels von II, sodass im Profil des Uebelhorns mehr als die Hälfte des Gewölbes III abgeschnitten ist (Fig. 9).

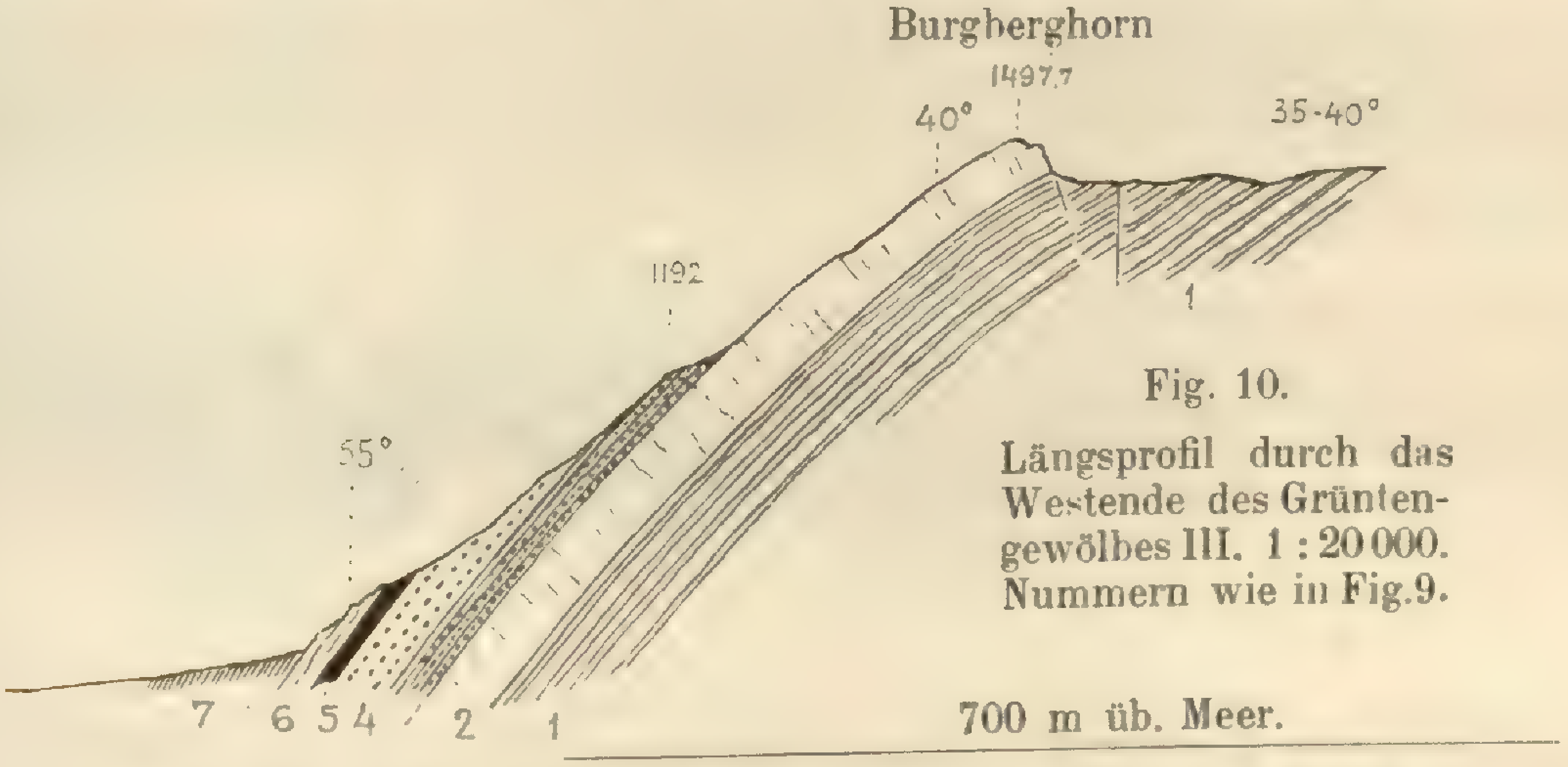


Fig. 10.
Längsprofil durch das Westende des Grüntengewölbes III. 1 : 20000. Nummern wie in Fig. 9.

IV. Das Stuhlwandgewölbe, das südöstliche der beiden Grüntengipfelgewölbe, erhebt sich, etwas schmäler und zurückgezogener, ebenso erstaunlich rasch als aufrechtes Gewölbe. Der vertikale bis schwach rückwärts überkippte Südostschenkel erleidet bei der mittleren Schwandalphütte anscheinend eine Transversalverschiebung[1]) und starke Verquetschung. Oberhalb der genannten Hütte ist der Brisisandstein mit $^1/_2$ m Rutschbreccie am Schrattenkalk auf 4 m, der Seewerkalk auf 1 m zusammengequetscht. Im oberen Giggltobel sind die Drusbergschichten mit 50—70° NW-Fallen sückwärts geneigt (Fig. 12).

---

[1]) Bereits in der Manuskriptkarte des Herrn Dr. Reis richtig verzeichnet.

Zwischen den beiden Gewölben III und IV liegt die zentral gelegene Grüntenmulde. Auch diese erhebt sich mit 40—50° nach NE, sodass trotz des gleichsinnig ansteigenden Gehänges oberhalb des Grüntenhauses der rote Seewerkalk als Muldenkern unter den Senonmergeln heraufsticht. Das enge Synklinaltälchen „Wust“ wird dabei fast plötzlich zum Synklinalgrat. Es kann kein schöneres Beispiel eines solchen mit starkem Axengefälle geben, als der Gipfelgrat des Grünten zwischen Hochwarte und Uebelhorn (Fig. 3, 9). Das Axensteigen beträgt bei der Hochwarte bis über 50°, am Uebelhorn (Schrattenkalk) noch 30° NE. Infolge plötzlicher Denudation sticht

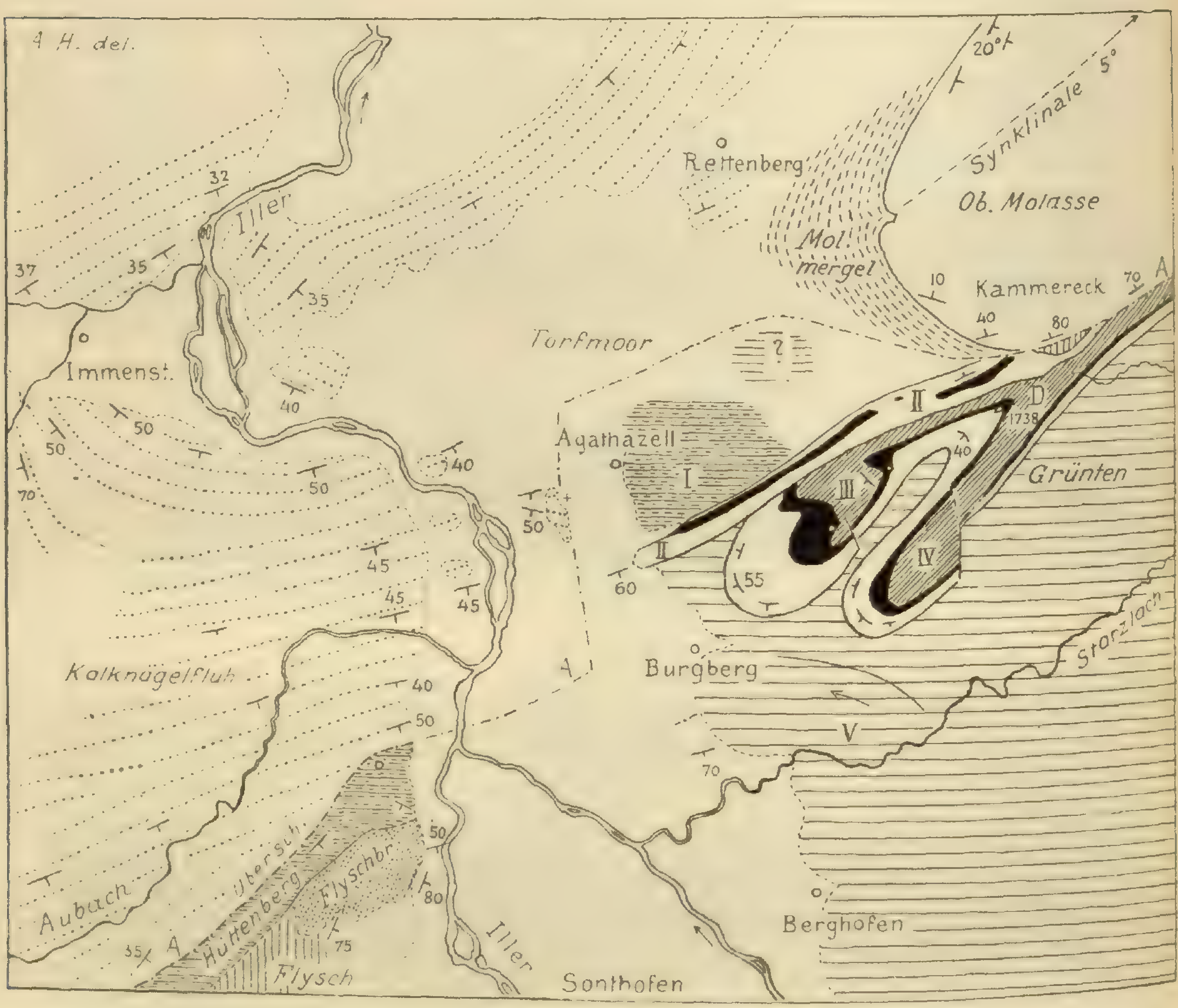

A. H. del.
Iller
32
37
35
35
Immenst.
40
50
50
70
50
140
50
45
45
45
Kalknügelfluh
40
50
Aubach
Übersch.
Hüttenberg
Flyschbr.
50
80
35
A
75
Flysch
Iller
Sonthofen
Torfmoor
Agathazell
I
II
II
III
IV
V
60
55
40
1738
D
Rettenberg
Mol. mergel
20°
Synklinale 5°
Ob. Molasse
10
Kammereck
70
A
40
80
Grünten
?
A
Burgberg
Starzlach
70
Berghofen

Fig. 11. Tektonische Kartenskizze: 1 : 75 000.
Molasse mit Nagelfluh grob punktiert; Senon-Eocän Hüttenberg und Agathazell dicht horizontal schraffiert; Senon-Eocän des Grünten und der Zone von Berghofen weit horizontal schraffiert; Wildflysch vertikal schraffiert; Seewerkalk—Albien—Gargasien leer, Schrattenkalk schwarz; Drusbergsch. D schief schraffiert; A = Alpenrand; I—V siehe Text.

nun die Mulde in die Luft hinaus, sodass sich die Drusbergkerne III und IV oberflächlich vereinigen (Fig. 11).

V. Dem normalen SE-Schenkel mit mächtigem Senon folgt ein etwa 4 km breites, unübersichtliches hügelig-waldiges Gelände, das Gümbel als „Nummulitenschichten“ kartiert hat, und das wir als Senon-Eocängebiet von Berghofen bezeichnen. Es erweist sich als ein durch Brüche zerstückeltes, geschupptes und gefaltetes Haufwerk aus Senon und Eocän verschiedener Stufen in der Fazies des SE-Schenkel IV am Grünten selbst, d. h. als dessen hangende Fortsetzung. Der Grünten ist also, weiter übersetzt, gleichsam der ältere Kreidekern zum Nummulitengebirge vom Typus Einsiedeln (pag. 472).

Südwestende.

Zone I, II und V lassen nur Erosionsgrenzen erkennen. Die Schichten an der Schanze behalten ihr W 10° S-Streichen. In scharfem Gegensatz hierzu tauchen die Gewölbe III—IV, sowie die dazwischen liegende Grüntenmulde 40—60° steil unter den Talboden! Es sind dies für das helvetische Gebirge ganz ausserordentliche Axengefälle. Der Unterschied gegen II wird auch durch die Scherfläche und die Faziesdifferenz gekennzeichnet. Infolge des Untertauchens von Gewölbe IV schiebt sich das Senon-Eocängebiet IV—V am Burgberg 998 m vor dieses hinweg; Bach und Weg auf der N-Seite dieses Hügels entsprechen vermutlich einer EW-streichenden vertikalen Scherfläche (Fig. 11).

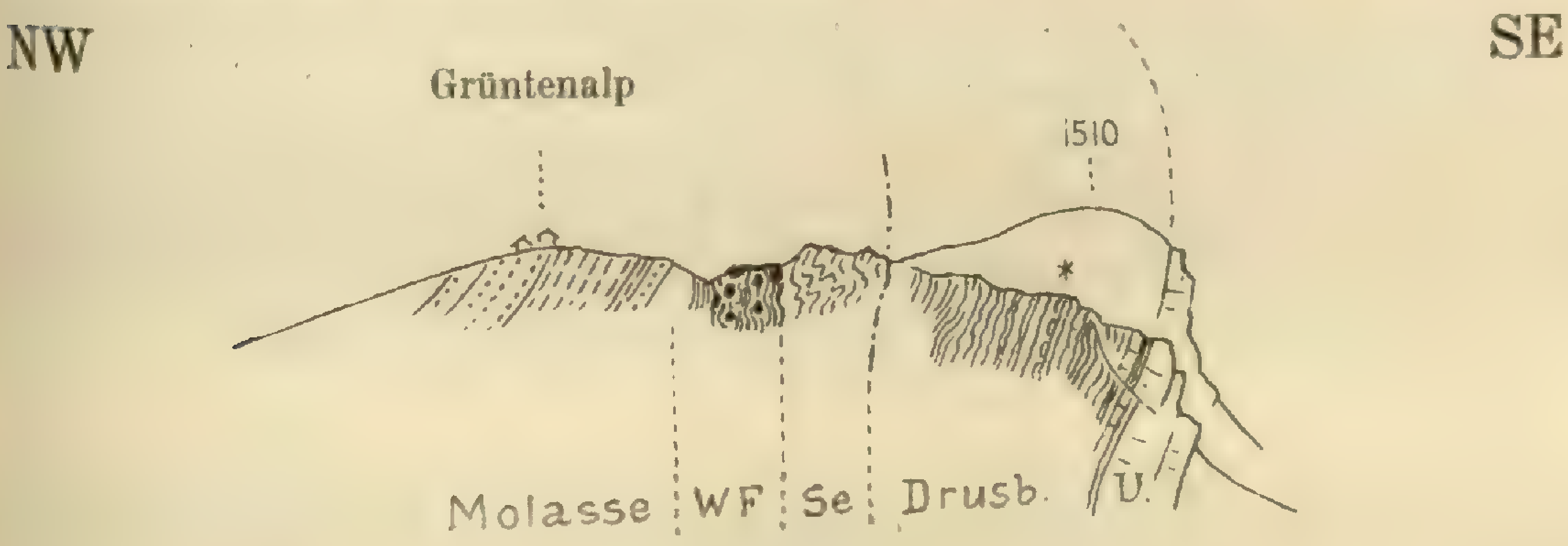


Fig. 12. 1 : 7500.

Nordostende.

Nördlich vom Uebelhorn, am Kammereck, stösst der Seewerkalk von II mit bloss 12 m Schuttunterbrechung an Molasse. Die Zone I ist amputiert oder in der Tiefe zurückgeblieben (Fig. 9). Plötzlich endet nun aber auch der Schrattenkalk von II zwischen Gault; der südöstliche Seewerkalkzug von II hingegen setzt sich auf den Weidehügeln am Weg vom Uebelhorn zur Grüntenalp linsenförmig fort bis gegenüber den Grüntenalphütten, mit teilweise starken Quetschungserscheinungen und Zerknitterung. Zwischen Seewerkalk und Molasse ist aber noch, etwa 200—300 m lang deutlich in der Bachfurche sichtbar, typischer Wildflysch eingeklemmt, der durch zahlreiche Blöcke ausgezeichnet ist: glaukonitreicher Ölquarzit bis über 1 m^3, Breccien mit grünen Fragmenten, brecciöses Konglomerat mit bis 4 cm grossen Geröllen und Dolomitfragmenten; Flyschsandstein, Kalkstein etc. Diesem Wildflysch nördlich angelehnt ist an einer Stelle noch ein Streifen vertikaler gelblicher und dunkelgrauer Mergelschiefer voller Calcitplättchen zu sehen (Fig. 12). Alle diese Klemmstücke lassen starke mechanische Bearbeitung erkennen.

Weiter unten am Herzlesteinbach beim Gigglstein scheinen auch diese Linsen auszukeilen, wie bereits in Blatt Sonthofen in 1:100000 angegeben ist. Es sind somit am Giggl- und Herzlestein völlig amputiert I, II, III, und von IV bleibt nur noch der Südostschenkel übrig, dessen älteste Schichten an die Molasse stossen! (Fig. 9 und 11).

Die Kreide-Eogenzone des Hüttenberges.

In der streichenden Verlängerung des Grünten erhebt sich auf der Westseite des Illertales ein sanfter Hügelrücken, von dem A. Rösch l. c. 1905 an einigen winzigen Stellen Kreidegestein kartiert. Bei Bihlerdorf hat er darin Belemniten gefunden. Es sind graue, feinst glimmersandige (stellenweise plattige) Mergel. Ein ähnliches Gestein ist mir aus keinem tieferen helvetischen Kreidehorizont bekannt als den Hachauerschichten. Zum gleichen Rücken gehören die Vorkommnisse von Assilinengrünsand und Stadschiefer von Bihlerdorf. Zur Erklärung hat Rösch als Hauptresultat angenommen, dass diese Kreide-Eocänvorkommnisse entweder durch Überschiebung oder Verwerfung zwischen die Molasse gelangt seien, und Rothpletz gibt eine geradezu humoristisch wirkende Konstruktion von Verwerfungsspalten.

Nach meiner Begehung besteht fast der ganze Weiderücken des Hüttenberges aus anstehenden Kreide- und Eocänschichten. Einige Pickelhiebe in den Rasen genügen zur Entblössung. Die mächtigen grauen Kreidemergel fallen vorwiegend 50—70° SE. Bei Punkt 1069 und östlich davon ist auch brecciöser Grünsand (Senon ?), Wildflysch, Seewerschiefer und Kreidefleckenmergel zu sehen. Die Grenze gegen die südöstlich darunter einfallende Molassenagelfluh verläuft durch den Graben unmittelbar nördlich der Kirche Bihlerdorf und 250—300 m nördlich des Hüttenbergrückens. Der sogenannte Molassesandstein der Oberzollbrücke südlich der Kreide von Bihlerdorf und am Dorfweg zur Kirche Bihlerdorf nördlich derselben ist typischer Flysch: grauer, grobbankiger Glimmersandstein und Breccie mit gelben und grünen Fragmenten vom Typus der Niesenbreccie (Fig. 13).

Gleicher brecciöser Glimmersandstein findet sich $^3/_4$ km SE der Wertachkluse bei der Mühle, fast vertikal, E-streichend, und die pflanzenführenden Sandsteinbänke der Oberzollbrücke sah ich ununterscheidbar an der Strasse von Zell nach Pfronten, ebenso auf der Südseite der helvetischen Kreide.

Das Eocän des Hüttenberges liegt zwischen Kreide und Flyschsandstein, sodass der letztere als Obereocän oder Unteroligocän zu deuten ist.

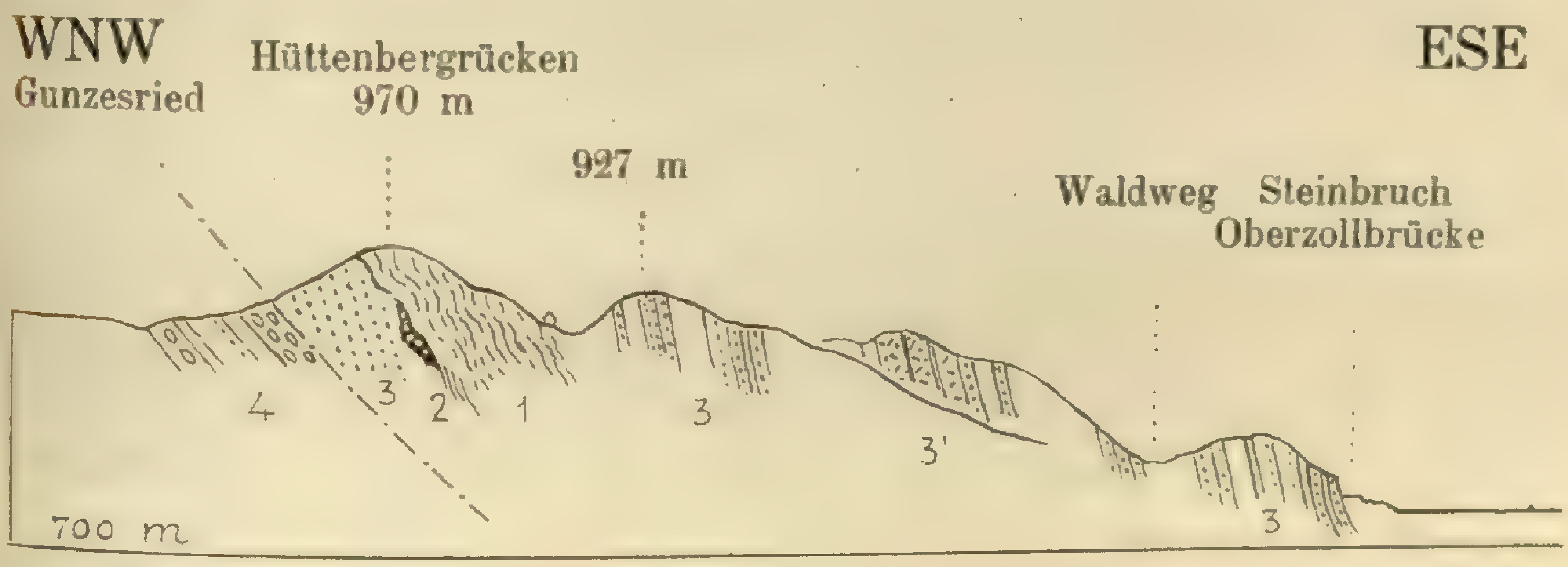


Fig. 13. Profilskizze durch den Hüttenbergrücken.
1 : 12500
1 = Senon; 2 = Eocän, Assilinengrünsand und Stadschiefer; 3 = Flyschsandstein mit 3' = Flyschbreccie; 4 = Molasse-Nagelfluh, miocän.

Bemerkungen über das Molasse-Vorland.

Das Molassegebiet ist noch mehr einer Neuaufnahme bedürftig als das Kreide- und Flyschgebiet. Hier haben die Aufnahmen Gümbels teilweise gänzlich versagt. So ist auf Blatt Sonthofen 1 : 100 000 dem Rande des Kreide- und Flyschgebietes entlang ein Streifen als „to = ältere Meeresmolasse“ ganz verschiedener Bildungen (Kammereck, Blaichach) angegeben und schief und quer über die Schichten hinweg abgegrenzt. Die Kalknagelfluh vom Steineberg ist als „ältere Süsswassermolasse“, deren Schichtenköpfe auf 2,5 km Breite bei Blaichach samt dem Flyschsandstein als „ältere Meeresmolasse“ angegeben — alles unter dem Vorurteil, am Rande von Kreide und Flysch müsse älteste Molasse vorhanden sein.

Durch die Stadt Kempten streicht eine enge, steil aufgeknickte Antiklinale mit marinem Muschelsandstein als Kern, vom Aussehen der schweizerischen Cardienschichten des Burdigalien. Südlich (wie nördlich) davon und darüber folgt Sandstein der oberen Süsswassermolasse[1], bei Neudorf mit einer 8—10 m mächtigen eingelagerten Kalkbank von 5—15° SE-Fall; Mächtigkeit wenigstens 400 m. Bei Hegge beginnt unter steiler werdendem SE-Fallen die Nagelfluhfazies in gewaltiger, viele Kilometer betragenden Mächtigkeit. Nur durch regionale sorgfältige Detailkartierung kann der weitere Zusammenhang alpeneinwärts und die Frage festgestellt werden, ob die marine Molasse von Sulzberg[2] einer stratigraphischen oder tektonischen Repetition entspricht.

Am Alpenrand gelangen wir in das Nagelfluhgebirge von Immenstadt bis Blaichach mit Stuiben 1750 und Steineberg 1683, das völlig dem Speergebiet entspricht und meiner Ansicht nach trotz des *Quercus furcinervus* im „Tobel, in dem die südliche Quelle des Steigbaches fliesst" (Rösch) miocän ist. Die Nagelfluhmolasse zwischen Immenstadt und Bihlerdorf im Hangenden der Pflanzenfundstellen ist allein 2 km mächtig und vermutlich vindobonisch.

Die allen Winden ausgesetzte Lage von Immenstadt entspricht auch einem tektonischen „Wirbel" (Fig. 11). Am Steigbach ½ km S des Kirchhofes streicht die Nagelfluh S 15 E, also senkrecht zum normalen Streichen und fällt 70° W. Weiter westlich biegt die Schichtlage innerhalb 2 km in die normale um, wie in Fig. 11 dargestellt ist. (Zwei Streichfallzeichen in Röschs Karte sind um 90—180° verkehrt). Auch am Hügel von Rauhenzell steht das Streichen senkrecht zu demjenigen 1,5—2 km nördlich davon. Grosse geradlinige Verwerfungen sind aber nicht vorhanden, und krummrandige, lokale Vertikal-Einbrüche würden allein die Schichtverdrehungen noch nicht erklären. Die auffallende, sanft bogenförmige Talsperre aus SE fallender Nagelfluh von Immenstadt-Buchwald zum Rottachberg beweist, dass dort nirgends ein grosser Illertalbruch durchgehen kann, noch der grosse Illergletscher die Schwelle oder auch nur ihre auffallende Rippung quer zum Strome niedergeschliffen hat.

Einer total anderen Bildung nach Tektonik und Stratigraphie, von der kein Analogon im Westen bekannt ist, begegnen wir auf der Ostseite des Tales, dem Grünten vorgelagert: Eine sanfte, breite, trogförmige Synklinale mit etwa 5° Axengefälle nach NE, einem schmaleren, weil steileren (5—50°) NW-Schenkel und einem breiteren, auf 1 km nur 5—10° fallenden SE-Schenkel. Wir nennen sie die Kammereckalp-Synklinale. In zusammenhängender Felswand, konform dem Ausgehenden, sticht diese Mulde nach SW in die Luft hinaus! Bei Wagneritz und Kranzeck fand Gümbel *Cardium Heeri* und *Corbula gibba* (Bayr. Alpen S. 733). Der Wannenrand der Kammereck-synklinale besteht darnach aus mariner Molasse.

---

[1] „Ältere Brackwassermolasse" von Blatt Sonthofen.

[2] Mitteilung der Herren Dr. Fraas u. Rechtsrat Kellenberger in Kempten, deren Führung in Kempten und nach der Ruine Eisenberg ich bestens verdanke.

Die Kammereckwand besteht aus grauem bis gelblichem, feinkörnigem, mürbem Glimmersandstein mit Diagonalschichtung, zu oberst einem etwa 30 m mächtigen Komplex, wechsellagernd mit gelblich anwitterndem bröckeligem Mergel. Dieser teilweise verrutschte Mergel reicht im Liegenden bis fast zum Talboden NE Wagneritz und hat bei seiner fast horizontalen Schichtlage eine Mächtigkeit von 200—300 m. Das Hangende der Kammereckwand ist auf beiden Schenkeln der Synklinale, besonders schön aber in den Bächen von Kranzegg und Reichen im NW-Schenkel aufgeschlossen: ausser Sandstein und Mergel vor allem graue und rote, schwach verkittete Kalk-Quarznagelfluh (Schottergruben) mit Zwischenlagen grauer und roter Mergel und rötlicher bis weisslicher Kalke vom Typus „Obere Süsswassermolasse“, wenigstens 400 m mächtig.

Der grosse Kontrast der „sanften“ Kammereckalpmolasse (Breitensteinerberg) zum rauhen Nagelfluhgebirge westlich der Iller nach Stratigraphie, Tektonik und Morphologie führt zur Frage, ob die Kammereckmolasse der Speernagelfluh primär diskordant aufgelagert sei. Auf alle Fälle scheint mir Gümbels „ältere Meeresmolasse“ mit ihrem Hangenden die jüngste zu sein. Es würde sich daher folgende Altersreihe ergeben:

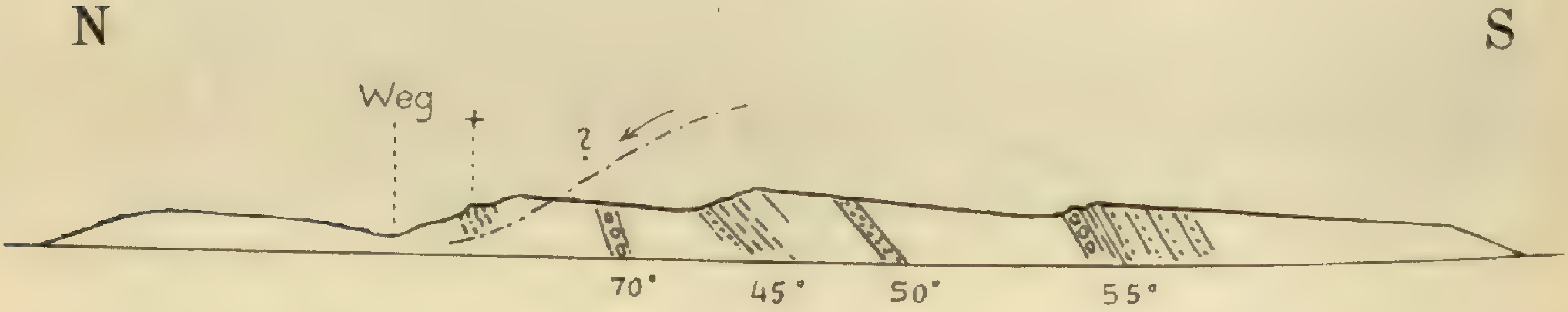
Mittelmiocän	1. Molasse-Nagelfluh des Stuiben und Rottachberg (Speernagelfluh), mehrere Kilometer.
Obermiocän	2. Marine Molasse von Wagneritz-Kranzegg, vorwiegend Mergel, ca. 300 m. 3. Molasse von Reichen mit Nagelfluh, oberste Süsswassermolasse, 400 m.

Der Molassekontakt am Alpenrand.

Die schon vom Grünten herab schön sichtbare Synklinale der Nagelfluh auf der Südseite von Rindalpenhorn und Gündleskopf sticht nach W in die Luft hinaus, und die ganze südlich davon liegende, 2½ km breite Balderschwangerkette mit der 70—80° steil SSE fallenden Nagelfluh des Tennenmooskopfs 1628 m wird gegen E amputiert, sodass am westlichen Illertalrand bei

Seyfriedsberg nur noch der SSE fallende Nordschenkel der genannten Synklinale übrig bleibt.[1] So setzt sich aus der Schweiz her die diskordante Überlagerung der Flyschzone auf Molasse fort!

Bei Blaichach wird dieser Schenkel auf über 2 km Breite bei regelmässigem E 10—15° N-Streichen und 40—50° SSE-Fallen von der Iller durchschnitten. Aus dem tektonisch ertrunkenen und mit Kies aufgeschütteten, morastigen Talboden ohne epigenetischen Abfluss ragen noch vier kleine Zeugenhügel hervor. Der weitaus interessanteste ist derjenige auf der Ostseite der Iller, 600 m SW der Kapelle von Agathazell, an dem rückläufige Terrassen angedeutet sind (Fig. 14). An seinem NW-Ende streicht die Molasse-Nagelfluh unverändert E 10° N bei 70° S-Fallen, in der Mitte und am Südende aber E 10—20° S mit 45—55° S-Fallen. . Statt dem Grünten nach N auszuweichen, krümmt sich das Nagelfluhstreichen ihm sogar entgegen! (Fig. 11, 14). Am Nordzipfel des gleichen Hügels neben der Strasse guckt aus dem Rasen ein Fels aus grauem, fein glimmersandigem Schieferkalk mit steilem SSW-Fallen, vom Aussehen der problematischen Kreide Hüttenberg-Waldhügel Agathazell. Sollte er sich als anstehend erweisen, so wäre er an den Molasseschichtköpfen vorbei und über diese hinweg nach N vorgestossen. Auf alle Fälle sind wir von der Grüntenkreide im Streichen nur noch 500 m entfernt!



14. Der Molassehügel im Talboden bei Agathazell. 1 : 3000.

Dass die Nagelfluh mit dem genannten Hügel entweder durch Querbruch oder miocäne Erosion endigt, beweist die um über 1 km vorgeschobene Grüntenzone I mit Kreide und Eocän, die nach Blatt Sonthofen bis Wagneritz reicht. Die Annahme einer Transversalverschiebung von 2 km in der Molasse sollte die Rippe westlich Rettenberg durchsetzen, was nicht der Fall ist. Auch ist im ganzen subalpinen Molassegebirge, im Gegensatz zur überschobenen Kreide, kein einziger Fall einer Transversalverschiebung von auch nur annähernd solcher Dimension bekannt. Es bleibt nur noch die Annahme alter Erosion der Nagelfluh vor der Überschiebung.

---

[1] Vergl. Karte von Studer und Escher, 1 : 380000!

Östlich ob Wagneritz folgt ein Dreieck aus Gehängeschutt und Bergsturz. An seinem Ostwinkel stösst die fremdartige Molassemauer der Kammereck an Seewerkalk ab, von diesem lokal bis zur Vertikalen hakenartig aufgekrümmt, bei Streichen E 15 N (Fig. 9, 11). Auch 1 km weiter NE, bei der Grüntenalphütte, ist die an Wildflysch, Seewerkalk oder Drusbergschichten stossende Molasse bis auf 70 und 80° NNW-Fallen aufgekrümmt. Man kann dort von S nach N folgende Abteilungen unterscheiden: 1. Sandstein ca. 50 m, 2. Mergel ca. 50 m, 3. Sandstein ca. 50 m, 4. Graue Nagelfluh (Fig. 9). Die unteren dieser Molassestreifen verlaufen etwas schief zum Kreide-Molassekontakt und keilen nach E am Herzlesteinbach aus. Sicher fehlt schliesslich die ganze, etwa 300 m mächtige Kammereck-Mergelmolasse.

So sehen wir, dass der Kontakt von Alpen und Molasse in doppeltem Sinne diskordant ist und keineswegs einer geradlinigen Verwerfung, noch überhaupt einer Verwerfung nach altem Muster entspricht, indem sowohl die Alpenformationen und deren tektonische Zonen, als auch die Molasse gegenseitig wechselvoll amputiert sind. Am NE-Ende des Grünten ist die Lücke am grössten; das älteste der Kreide (Barrémien) stösst an die jüngste Molasse (Obermiocän). Es ist dies die grösste bekannte Lücke am Alpennordrand überhaupt.

Rückblick.

Die vergleichend stratigraphischen Beobachtungen haben ergeben, dass der Grünten infolge seiner Faziesdifferenz nicht die direkte transversal verschobene Fortsetzung der Vorarlbergerketten bei Oberstdorf sein kann. Er hat einen südlicheren Habitus. Auch die Faziesdifferenzen innerhalb des Grüntenprofiles (vergl. pag. 472), sowie die Verquetschungen mit Wildflysch auf der Grüntenalp schliessen seine Autochthonie aus. Man möchte vermuten, dass er samt der Zone von Berghofen und dem Flysch von der Südostseite der Oberstdorfer Kreideketten herübergeschoben sei, gestossen durch die oberostalpine Decke, die nach dem Niedertauchen der Vorarlbergerketten östlich der Iller in mächtigem Bogen weit nach Norden vorgedrungen ist. Die Molasse, die plötzlich im Streichen vor dem Grünten endigt, ist offenbar ebenso nicht durch Transversalbruch abgeschnitten. Ist der Grünten also in ein Loch der Speernagelfluh hinein vorgeschoben, ähnlich dem Goggeien[1]), und setzt sich das Nagelfluhgebirge als Rumpf unter dem Grünten und der Kammereckmolasse fort? Endigt darum an der Iller die Nagelfluh als Gebirgskette? Tatsächlich ist die Molasse am Alpenrand in grossem Maßstab amputiert, ohne dass deren Tektonik durch die helvetische Schubmasse wesentlich beeinflusst wird.

---

[1]) Arnold Heim, Brandung der Alpen. Vierteljahresschrift der Naturf. Ges. Zürich 1906.

Während die nördlichen Glieder des Grünten (I—II) transversal durch die westlich nebenlagernde Molasse abgeschnitten sind und nicht unter diese tauchen können, sinken die beiden Hauptgewölbe auf der freien Südostseite der Molasse abnorm steil unter ihre jüngere Hülle zur Tiefe. Die Amputation, die der Grünten von der Molasseseite her aufweist, ist dort am stärksten, wo seine Gewölbe die grösste tektonische Höhe erreichen — eine Tatsache, die einzig in ihrer Art am Alpen-Nordrand dasteht.

Auffallend ist ferner östlich der Iller die häufige Wiederkehr annähernd senkrecht aufgerichteter Schuppen (Grünten I, II, V; Wertach) und die Rückstülpung der Grüntengewölbe III—IV. Sie deuten auf eine letzte Phase der Aufrichtung nach der Überschiebung, durch „Unterschiebung“ (Tiefenschub) und Stauung an der Molasse mit Ausweichen nach oben.

Ist der Grünten auf ein älteres Nagelfluhgebirge geschoben, so trifft das gleiche für die jüngere Kammereckmolasse nicht zu. Ist also diese letztere auf dem embryonalen Grünten abgelagert worden? Dagegen spricht u. a. die Quetschzone der Grüntenalp und das Fehlen jeglicher Basiskonglomerate aus helvetischer Kreide. Der tektonische Hakenwurf am Kreidekontakt beweist, dass die Kammereckmolasse noch vom Alpenschub, vermittelt durch den Grünten, ergriffen wurde. Genügt unseren Begriffen die Deutung, der Grünten sei in seiner letzten Stauungsphase als Berg gegen die höher als jetzt aufragende Kammereckmolasse vorgestossen worden, sodass zwei alte Erosionsflächen aneinander geschweisst wurden?

So ist durch diese neuen Beobachtungen der tektonische Knoten des Grünten noch nicht restlos gelöst. Nur systematische sorgfältigste Detailarbeit unter Kartierung in weitem Umfange, auch des Flyschgebietes, in 1 : 25 000 oder grösser, mit genauesten stratigraphischen Aufzeichnungen, kann die schwebenden Fragen klären.

Tiefenmessungen im Lago Nahuel-Huapi

(Argentinische Anden).

Mit 4 Figuren.

Von

Leo Wehrli (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 6. Februar 1919.)

I. Einleitung.

Als Geologe der Sektion für Landeserforschung am La Plata-Museum unternahm ich 1897 und 1898 zwei Expeditionen in die Anden, die erste in Gemeinschaft mit meinem Studienfreund Dr. Carl Burckhardt aus Basel, derzeit Landesgeologe in Mexico, die zweite allein. 1897 resultierten Querprofile durch das mächtige Gebirge zwischen dem 33. und 36. Breitengrad, in den vergletscherten, von Vulkanen durchsetzten Sediment-Regionen mit Hochsteppencharakter südlich der Querlinie Mendoza-Santiago, das ist südwärts vom Aconcagua. Das Jahr 1918 dagegen führte mich bei Puerto Muntt vom Pazifischen Ozean her in die vegetationsreiche Bergwelt vom 41. Grad südlicher Breite, wo tiefgehende Eisströme ihre Firnen in fjordartigen Seen spiegeln und alte und junge Vulkane gletscherbuckligen Graniten aufsitzen. Vorläufige Berichte über diese beiden je 5monatlichen Forschungsreisen sind in der Revista del Museo de La Plata veröffentlicht worden. C. Burckhardt hat seither paläontologische und stratigraphische Ergebnisse unserer ersten Expedition u. a. je in einem Band der Anales del Museo de La Plata und der Palaeontographica (Bd. L. 1903) niedergelegt. Gelegentliche Reisebeschreibungen gab ich in Tageszeitungen und einzelne Tagebuchnotizen erschienen bei Gelegenheit von Vorträgen in verschiedenen Zeitschriften.[1])

---

[1]) L Wehrli und C. Burckhardt. Rapport préliminaire sur une expédition géologique dans la Cordillère argentino-chilienne entre le 33° et 36° lat. Sud (avec profil). Revista del Museo de La Plata, tome VIII, p. 373 et suiv., La Plata 1897.

L. Wehrli. Rapport préliminaire sur mon expédition géologique dans la Cordillère Argentino-Chilienne du 40° et 41° lat. Sud (Région du Nahuel Huapi), avec planche. Revista del Museo de La Plata, tome IX, p. 221 et suiv., La Plata 1898.

— Avis géologique sur la question du divortium aquarum interoceanicum dans la région du Lac Lacar, avec une carte et 2 pl. Revista del Museo de La Plata, tome IX, p. 243 et suiv., La Plata 1898.

Ein glückliches Zusammentreffen zweier Aufgaben unter einheitlicher Leitung (F. P. Moreno) — die wissenschaftliche Erforschung der Anden und die geologische Begutachtung schwieriger Wasserscheidefragen im chilenisch-argentinischen Grenzstreit — ermöglichte in jener Zeit die splendide Ausrüstung zahlreicher Expeditionen von Topographen und Naturforschern. Ich bedaure nur, dass es mir erst sehr spät möglich wird, das reiche Material meiner zwei Reisen allmählich wissenschaftlich zu verarbeiten. Eine der ersten dieser Schriften soll hiermit meinem verehrten Lehrmeister Albert Heim gewidmet sein, der mich 1896 aus seiner Schule nach Südamerika entliess.

Der grosse Lago Nahuel-Huapi (41° 10′—41° 30′ SBr. und 71° 10′—71° 50′ westl. Greenwich, vgl. Fig. 1 und 2) ist einer der grössten jener zahlreichen Seen des südlichen Südamerika. Er greift mit stundenlangen Armen fjordartig ins regenreiche Hochgebirge und dehnt sein ausgebreitetes Ende nach Osten bis in die Steppengebiete der argentinischen Pampa (Territorio Rio Negro). Sein Abfluss, der Rio Limay, wendet sich nach Norden und bildet mit dem ihm entgegenströmenden Rio Neuquen den mächtigen Rio Negro, der in weit nach Norden ausholendem Bogen dem atlantischen Meere zuströmt. Nahe den West- und Südenden des Nahuel-Huapi liegen merkwürdige interozeanische Wasserscheiden. An Mannigfaltigkeit der Grundrissform, an Grösse und an landschaftlicher Schönheit übertrifft er Vierwaldstätter- und Genfersee, aneinandergesetzt gedacht, um ein Bedeutendes, und dass nur einige wenige Farmen als einzige menschliche Siedelungen seine Ufer beleben, erhöht den Reiz seiner ins Gewaltige gehenden Erscheinung. Eine Rundsicht, vom Cerro Campanario während meiner Expedition aufgenommen, ist im grossen offiziellen Grenzstreit-Werke (Argentine-Chilian Boundary) reproduziert, ein Stück daraus gibt neben einigen andern Bildern meiner Reise (Tronador, Gletscherbuckel

---

L. Wehrli. Der Lacarsee in den südamerikanischen Anden. Actes Soc. helv. sc. nat., 82^{e} sess. Neuchâtel 1899 (Neuchâtel 1900), p. 50/51.

— Reisebilder aus den Anden. XVII. Jahresber. d. Geograph. Ges. Bern. Mit 3 Bildern. 1900.

— Zwei geologische Querprofile durch die Anden. Eclogae geol. Helv., vol. VI, p. 157/158, 1900.

— Anden und Alpen. Mit 12 Abb. Die Schweiz, Bd. IV, Heft 18/19, 1900.

— Nachtfahrt auf dem Lago Nahuel Huapi in den argentinischen Anden. In El dia Suizo-Argentino, año VI. 1908.

— Der Vulcan Calbuco im südlichen Chile. Mit Abbildung. Aus: Schuster, N., Der Schweizer-Argentiner, 1913.

bei Puerto Blest etc.) L. Gallois in den Annales de Géographie[1]) wieder. Auch anderswo habe ich es, ohne Quellenangabe, nachgedruckt gefunden.

Eine ordentliche Karte des Sees im Maßstab 1 : 600,000 ist, neben einigen hübschen Photographien, F. P. Morenos vorbereitendem Expeditionsbericht zur Lösung des Grenzkonfliktes (von der Puna de Atacama, 23° SBr., bis ans Feuerland, 55° SBr.!) beigegeben[2]), nach welcher unsere Fig. 2 auszugsweise gezeichnet wurde. In der Vergrösserung Fig. 3 sind jedoch Korrekturen nach eigenen Terrainskizzen angebracht. Diverse andere Reisewerke von Steffen, von Vacano, Vallentin, Vollmer u. a. enthalten Teilbeschreibungen des Nahuel-Huapi.

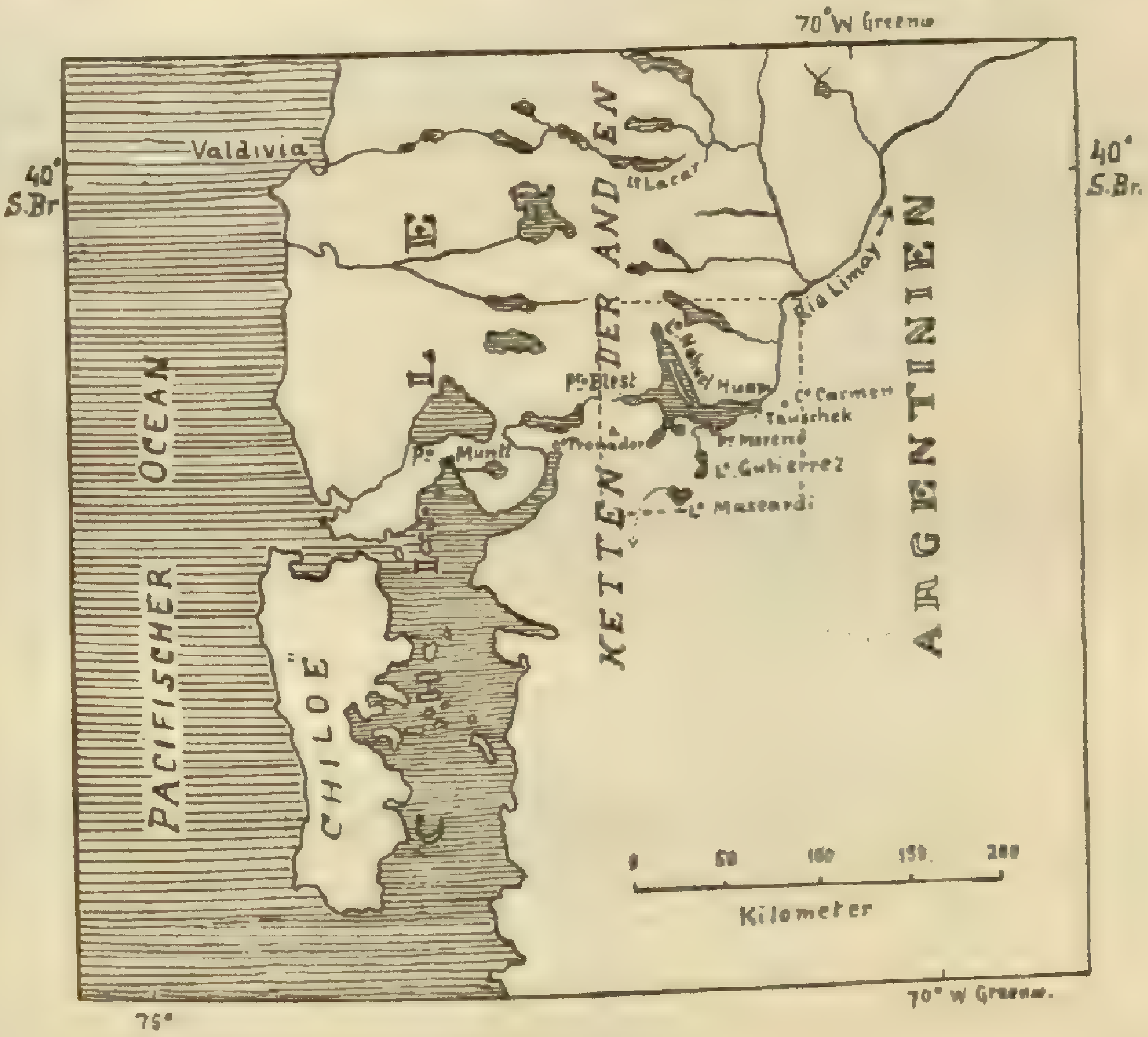

70° W Greenw.
40° S.Br
40° S.Br.
Valdivia
CHILE
KETTEN DER ANDEN
ARGENTINIEN
L° Lacar
Rio Limay
L° Nahuel Huapi
P° Blest
C° Carmen
Tauschek
P° Moreno
L° Gutierrez
L° Mascardi
C° Tronador
P° Montt
PACIFISCHER OCEAN
CHILOÉ
0
50
100
150
200
Kilometer
75°
70° W Greenw.

Fig. 1.

Ich erreichte den See, aus dem Westen von Casa Pangue am Tronador her die interozeanische Wasserscheide überschreitend, am 30. Dezember 1897 beim Einnachten und kam in den folgenden Monaten des (südhemisphärischen!) Sommers 1898 mehrmals in sein Gebiet zurück. Ein unvergesslicher Frühlingsmorgen im Zauber blühender Fuchsien und Myrten lachte am Sylvester ins Zelt hinein. Immergrüne Buchen mit dichtem Bambusunterholz umrahmten die Bucht, rundhöckerig-gletscherbucklige Granitkolosse standen dahinter Wache, Firnen glänzten von Westen aus Chile herüber, unglaublich furchtloses vierfüssiges Getier beschnupperte den Fremdling, metallglänzende bunte Käfer durchschwirrten die Luft, schwarzhalsige, rotschnäblige Schwäne und ein Heer von buntgefiederten Enten und Wasserhühnern belebte den See, über dessen tiefblauen Spiegel man gegen Osten schnurgradaus in 10 Stunden Entfernung die gelbrote Pampa erblickte. So lag die stille Bucht von Puerto Blest am Westende des 20 Kilometer langen Armes, der vom Hauptsee gegen die chilenische Grenze reckt und dem schweizerischen Urnersee zu vergleichen wäre, wenn man sich diesen noch viel wilder und um ein Drittel grösser denken möchte. Es fällt mir heute noch schwer, von der weitern Beschreibung

---

[1]) L. Gallois. Les Andes de Patagonie. Annales de Géographie, No. 51, 10me année, 15. Mai 1901, p. 232 ff., pl. 19 u. a.

[2]) F. P. Moreno. Notes préliminaires sur une excursion aux territoires du Neuquen, Rio Negro, Chubut et Santa Cruz etc., avec une carte et 42 planches. La Plata. 1898.

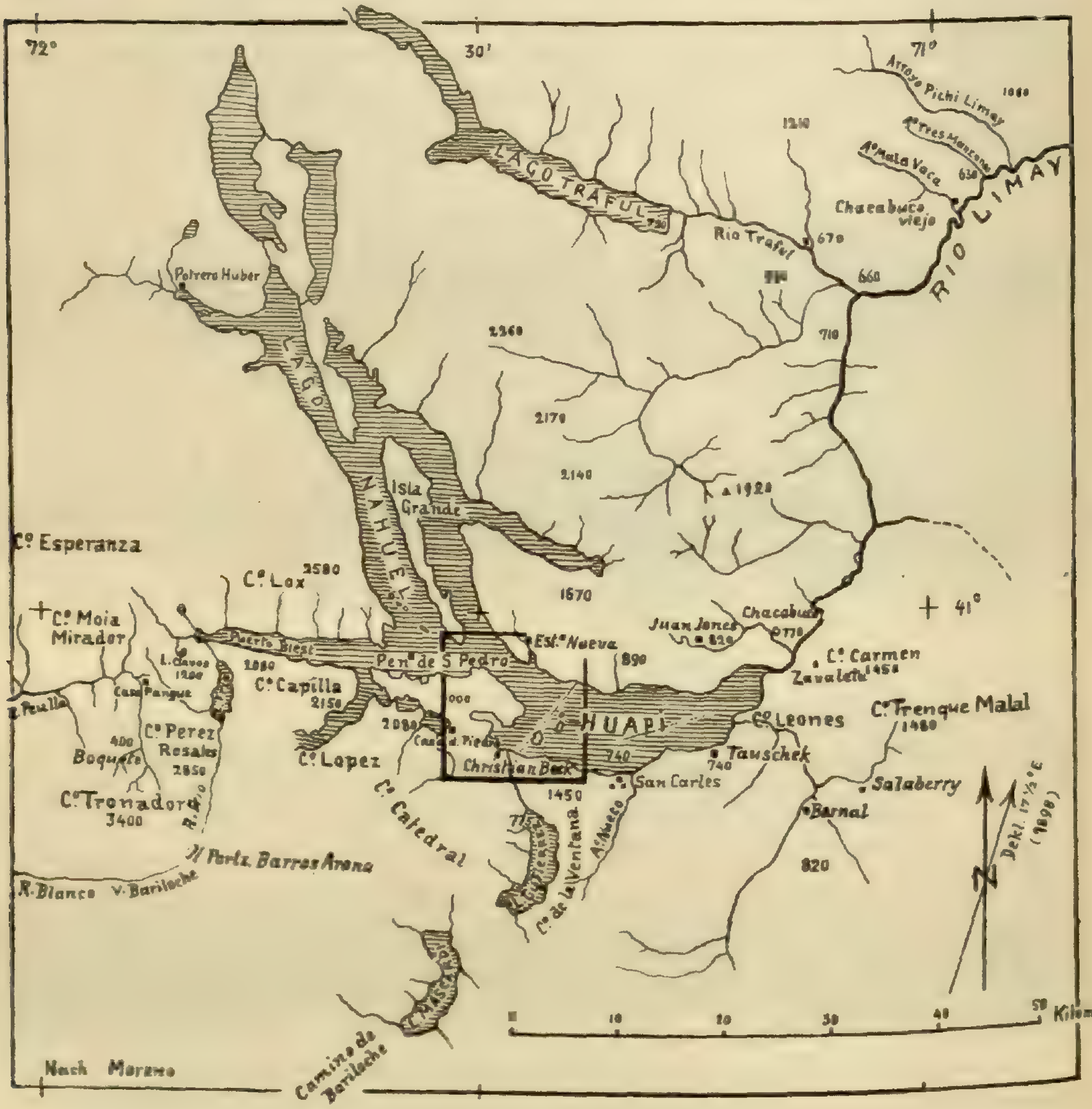

72°
30'
71°
Lago Traful
720
Rio Traful
670
660
710
1210
1080
Arroyo Pichi Limay
Aº Tres Mancanas
Aº Mala Vaca
630
Chacabuco viejo
Rio Limay
Potrero Huber
Lago Nahuel Huapi
2260
2170
2140
▲1920
1670
Isla Grande
Cº Esperanza
Cº Lox 2580
Cº Moia Mirador
Puerto Blest
Penª de S. Pedro
Estª Nueva
890
Juan Jones 820
Chacabuco
770
Cº Carmen Zavaleta 1450
Cº Trenque Malal 1480
Cº Leones
Tauschek 740
740
San Carlos
Salaberry
Barnal
820
L. Cavos 1200
Casa Pangue
2080
Cº Capilla 2150
2080
Casa d. Piedra
Christian Beck
Cº Lopez
Cº Catedral
1450
715
L. Gutierrez
Cº de la Ventana
Aº Nueco
Peulla
400
Boquete
Cº Perez Rosales 2850
Cº Tronador 3400
R. Frio
Portz. Barros Arana
R. Blanco
v. Bariloche
L. Mascardi
Camino de Bariloche
Nach Moreno
+ 41°
Dekl. 17½° E (1898)
N
0
10
20
30
40
50 Kilom

Fig. 2.

all dieser Pracht abzustehen, um auf mein geologisches Thema überzuleiten.

II. Versuchslotungen in der Bucht von Puerto Blest.

Die Meerhöhe des Seespiegels wird auf Morenos Karte mit 740 Meter angegeben.

Zwei Requisite waren für die Tiefenmessungen unerlässlich: ein Schiff und ein Lot.

Vorläufig zimmerten wir ein Floss. Nach mehrtägiger Arbeit mit Chiloten-Mannschaft (Einwohner der Insel Chiloë, die ich von Puerto Muntt mitgenommen hatte) fand der feierliche Stapellauf statt. Wer beschreibt aber unser Erstaunen, als das Fahrzeug dabei unter den Seespiegel knietief einsank, um dann schwebend zu schwanken! Ein unheimliches Repetitorium aus Carl Schröters Botanik-Colleg stieg mir plötzlich in der Erinnerung auf: wir hatten das berühmte schwere Gerbholz des Quebracho-Baumes für unser Vehikel verwendet! Jetzt mussten neue Lagen spezifisch leichteren Materiales aufgesetzt werden, bis es richtig schwamm.

Zum Loten konstruierten wir für einen mitgebrachten Stahldraht eine Welle von einem halben Meter Umfang, sodass zwei Kurbelumdrehungen einen Meter Tiefe bedeuteten. Trieb während der Messung Strömung oder Wind das Fahrzeug ab, so wurde der Winkel zwischen dem abgekurbelten Messdraht und einem Freiluftpendel gemessen und die wirkliche Tiefe nach Pythagoras berechnet.

Um quer über den See die Richtung einzuhalten, wurden am Ufer Signalfahnen aufgesteckt, die einzelnen Lotungsstellen durch zwei Kompasspeilungen fixiert und ihre gegenseitigen Entfernungen ausserdem durch Zeitmessung der Ruderstrecken verglichen. Wir erhielten so in der westlichen, durch zwei Vorgebirge beidseitig eingeschnürten Endbucht des Armes von Puerto Blest, 400 Meter vom Seende (wo das weisse Zelt als bequemer Orientierungspunkt stand) folgendes Tiefenquerprofil, dessen zwölf einzelne Lotungspunkte ziemlich gleichmässig auf die etwa einen Kilometer betragende Breite verteilt waren:

Südufer — 11, 26, 26, 26, 26, 24, 22, 22, 18, 20, 16, 5 — Nordufer
Meter Seetiefe.

Als Tiefen-Längsprofil ergab sich vom Zelt bis zum (einschliesslich) vierten Messpunkt des Querprofiles, von Süden gerechnet:

Westende — 3, 8, 13, 20, 26 Meter Seetiefe.

Diese geringen Tiefenzahlen waren angesichts des oft steilen

Felsabfalls zum See nicht gerade erwartet. Sie sollten jedoch erst als Lehrfahrt dienen. Eine auffällige Einzelheit — die unregelmässige Rinne mit 20 Meter (drittletzte Lotung im Querprofil gegen Norden) — erklärt sich durch einen unweit einmündenden Fluss, dessen unterseeisches Weiterströmen durch Schiefzug der Lotleine deutlich verspürt wurde.

Nach diesen Erfahrungen und nachdem ein neu erstelltes, veritables Schiffchen zur Verfügung stand, gedachte ich die Seetiefen im breitesten östlichen Hauptteil des Sees zu ergründen. Die hiefür nötige Oberflächenruhe wollte sich jedoch wochenlang nicht einstellen. Das Campament lag am Südufer bei Puerto Moreno, einer Bucht, die zu Ehren des Direktors des La Plata-Museums und obersten argentinischen Sachverständigen (perito) im Grenzkonflikt mit Chile so benannt war. Tief azurblau wogte tagaus, tagein der See in meterhohen Wellen, die sich vom Gebirge her unablässig folgten. Nur nachts trat zuweilen verhältnismässige Stille ein, worauf aber die Bewegung von Westen am Morgen gegen 10 Uhr regelmässig wieder heftig einsetzte. So entschloss ich mich, dem See bei Nacht auf Schleichwegen beizukommen. Über den Erfolg dieses zweiten Versuchs reproduziere ich einen Teil des betreffenden Tagebuchblattes, das für den Schweizer-Argentiner-Tag in Genf auf den 2. August 1908 ausgearbeitet wurde.

III. Unheimliche Nachtfahrt.

Den 7. Januar 1898.

Der gemütliche alte Böhme Don José Tauschek, einer der wenigen Anwohner des gewaltigen Nahuel-Huapi-Sees (seine Farm ist in der Karte Fig. 2 verzeichnet), hatte tagsüber unser frisch getauftes, nagelneues Boot „Grethi“ von Puerto Moreno mit ein paar Ochsen über die Landenge der Halbinsel de San Pedro geschafft. — Der kalte Sturm liess nach, und lachender Abendsonnenschein versprach eine ruhige Nacht. Nach dem mehrtägigen Brausen und Brüllen glättete sich auch der blauschwarze Riesenspiegel. Noch ein kurzes Abschiedsmate bei Freund Christian Bok, und wir bestiegen kurz nach 8 Uhr abends das geräumige Ruderboot auf der Westseite des Isthmus bei Casa de Piedra, zusammen 11 Mann, darunter Freund C. G. Lehmann aus Pruntrut, aller Ingenieurwissenschaften, nur nicht des Schwimmens kundig, Otto Goedeke, der Schafhirt vom Südufer bei San Carlos, Guillermo Frey aus Baradero als Botaniker mit der Pflanzenpresse, Delfin Häberli, mein thurgauischer Leibjäger und der Metzgerei kundige Koch, und vier kräftige, molluscoide Chiloten als

Ruderleute. Tauschek sass am Steuer und ich hütete als Schiffskapitän die Instrumentenkiste und den Proviant. Wir wollten, südlich vom Campanario hindurchfahrend, den „Kreuztrichter“ am Eingang des Armes von Puerto Blest erreichen, bevor der lästige Föhnwind wieder anhöbe.

Anfangs ging alles gut. Das Boot machte seine erste Fahrt. Wohl war es stark beladen, man durfte den frischen Senten auch jugendliche Tragkraft zutrauen. Im Boden zeigten sich einige Undichten, von Astlöchern herrührend. Wir legten wieder an und schnitten rasch einige Bambuskiele, um den Schaden zu stopfen. Dann weiter.

Es dunkelte, aber doch war's eine helle Nacht. Der Mond wies auf der leicht flimmernden Wasserfläche den Weg. Gespenstige Baumruinen reckten vom Ufer der Peninsula de San Pedro ihre verdorrten Äste gleich wehklagenden Armen ins Silberlicht hinein, und gegenüber auf der Südseite ruhten hohe Berge in mattem Schimmer. Das Nordufer mit seinen dichten Zypressenwäldern schien geisterhaft schwarz im Schatten der Mondnacht. Gleichmässigen Taktes knarrten die langen Ruder in den noch rauhen Zapfen, und lichtgrüne Perlen träufelten wie ein Diamantregen aufleuchtend ins Wasser zurück.

Eine schmälere, seichte Stelle. Binsen rascheln am Bug, der Boden schleift. „Niños, al agua!“ befiehlt der Steuermann, und bald sind wir wieder flott und gleiten in der zweiten der perlschnurartig sich aneinanderreihenden Tres-hermanas-Buchten rüstig dahin. Ab und zu klatscht eine flache Welle vorn ans Boot. Wolken sind da und ziehen als dunkle Schleier rasch am Mond vorüber. Aber er versichert uns gleich darauf wieder seiner liebenswürdigen Gegenwart.

Jetzt verengert sich auch die zweite Bucht zu einer wilden Flusspassage, kaum 10 Meter breit auf 100 Meter Länge. Morsche Baumleichen sperren die Ausfahrt. Wir zwängen uns durch und erreichen den Eingang des noch unerforschten Südarmes des Nahuel-Huapi, der sich endlos in hohes Schneegebirge hinein als dämonisch gähnender nächtlicher Rachen verliert.

Mitternacht. Wir fahren vor schwarzer Leere . . . . .

Plötzlich pfeift's um die Ecke vom Westarm her. Die Wolken jagen. Der Mond macht nicht mehr mit. Wellen brausen daher, hoch und höher, bis über meterhoch, eine nach der andern peitscht ins schwer beladene, tiefgehende Boot hinein. Wir schöpfen aus Leibeskräften mit Teekessel und Hüten. Die Ruderknechte geben ihre höchste Kraft aus. Ich helfe am Steuer, das der starke Tauschek nicht mehr allein zu meistern vermag.

Mühsam wird abgewechselt. Stunden verrinnen. Wir kämpfen, verzweifelte Zwerge gegen die entfesselten Elemente. Und immer noch sind wir mitten auf dem grossen Wasser, im Kreuztrichter, wo wir ja eigentlich hinfahren wollten, und drücken mit den letzten Kräften das Fahrzeug nordwärts, einer dunklen Bergsilhouette zu

Tauschek erspäht eine Felseninsel, die plötzlich als schwarze Wand vor uns aufsteht. Es gelingt, sie zu hinterfahren und in ihrem Schutze das rettende Nordufer zu erreichen. Spielend lenkt er mit einer Hand das Steuer, die Knechte lassen erschöpft die Ruder hängen. Worte lösen den Bann stiller Angst, und nach 500 Meter ruhigen Treibens setzt uns der draussen tobende See sanft auf kiesigen Strand ab. Rings von steilen Felsen umgeben, bietet die Bucht doch soviel Raum, dass wir das Boot samt dem Tiefenlotungsapparat bergen können.

Gelobt seien alle indianischen und christlichen Heiligen! Lustig loht das Lagerfeuer in die Nacht hinauf. Hurtig wird das Zelt aufgespannt. Es ist drei Uhr morgens. Wir legen uns schlafen, so gut es geht. —

Die nächtliche Fahrt aber bleibt eingegraben im Herzen, wie die tief eingebrannten gotischen Buchstaben am Bug des Schiffes. Puerto Grethi heisse ich fortan die rettende Felsenbucht am Nordwestende des Armes von Puerto Blest, dem treuen Boot zu Ehren und ihr, deren Namen es trägt.

Wären wir da nicht noch rechtzeitig untergekommen, dann musste uns der Sturm in den weit nach Osten sich öffnenden, anderthalb Stunden breiten Endarm des Sees hinaustreiben, und wir hätten noch über 30 Kilometer weit schwimmen können, oder — wahrscheinlicher — untergehen.

IV. Tiefen-Quer- und Längsprofil bei Puerto Moreno.

Am 17. Februar 1898, nachdem ich inzwischen einen Abstecher westwärts zum Cerro Tronador gemacht und wieder an den Nahuel-Huapi zurückgekehrt war, begünstigte endlich eine spiegelglatte Seefläche die Aufnahme eines Tiefen-Querprofiles an der breitesten Stelle, von Puerto Moreno nach Nordosten. Auf eine Strecke von 7½ Kilometer wurden, an der Insel von Huemul vorbei, 14 Lotungen vorgenommen. Die Punkte sind in Fig. 3 mit den Buchstaben A—O eingetragen, samt den zugehörigen Peilungen nach dem 290 Meter über den Seespiegel sich erhebenden Porphyrkegel des Campanario, nach der Südspitze der Isla Grande und nach dem Ostende der mittleren Insel östlich Huemul. Die Richtungszahlen beziehen sich auf einen 360teiligen Kompass mit Nullpunkt Nord, über 90 (Ost) zu 180 = Süd.

Das gute Zusammentreffen dieser Peilungen ergab einige Korrekturen zu der nach Morenos Karte vergrösserten topographischen Unterlage. So musste das Südende der Isla Grande um einen Kilometer nach Süden verlegt, das ganze Südwestufer um ebenso viel nach Norden geschoben und der Campanario 2 Kilometer ostwärts versetzt werden. Unsicher bleibt noch die Lage von Casa de Piedra und des dortigen von Westen eingreifenden Buchtendes.

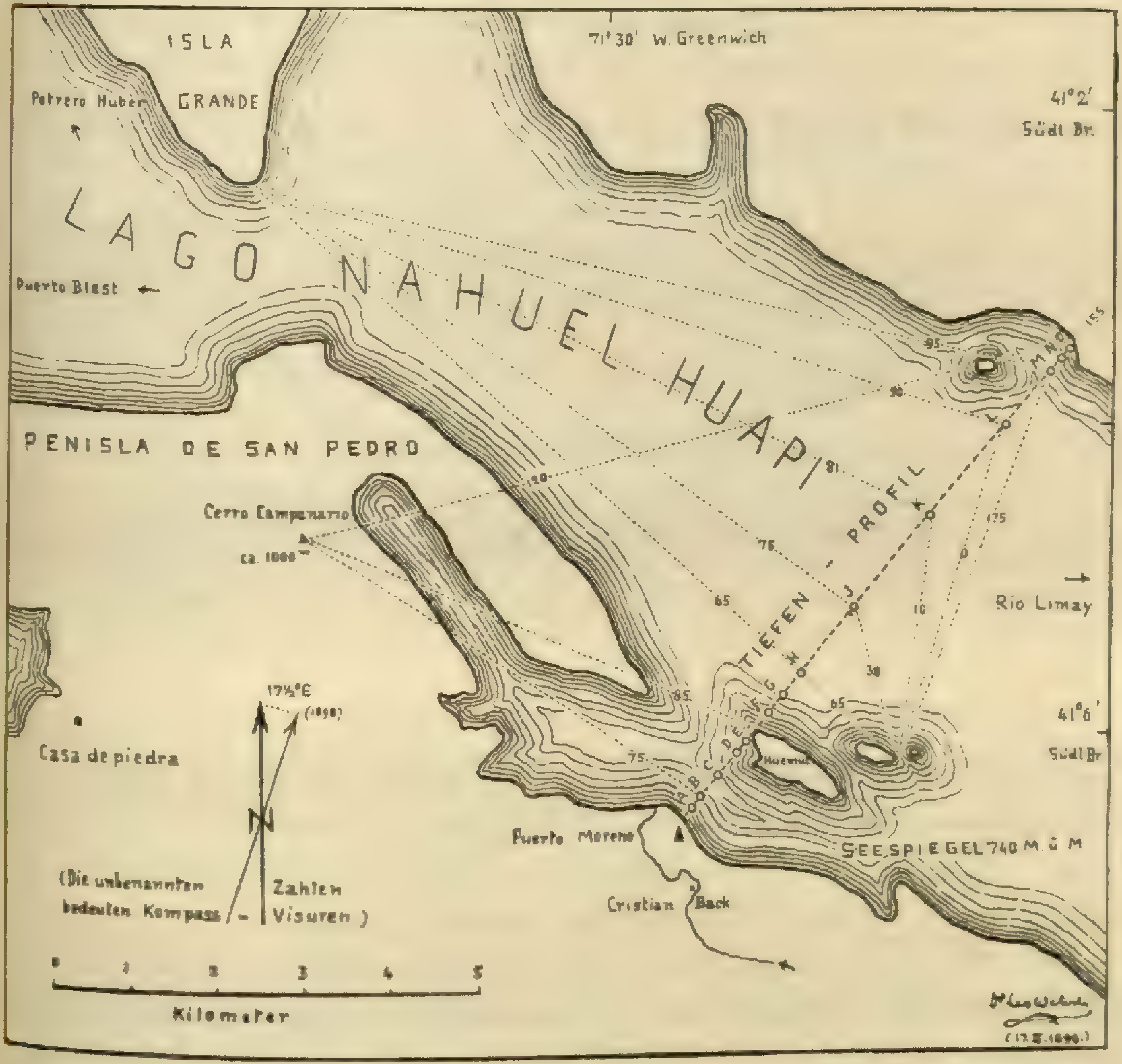

ISLA GRANDE
Potrero Huber
71°30' W. Greenwich
41°2' Südl Br.
LAGO NAHUEL HUAPI
Puerto Blest
PENISLA DE SAN PEDRO
Cerro Campanario ca. 1000 m
TIEFEN - PROFIL
A B C D E F G H J K L M N
95
90
120
81
75
65
85
75
155
175
10
0
38
65
Rio Limay
41°6' Südl Br.
Casa de piedra
17½°E (1898)
N
Huemul
Puerto Moreno
Cristian Back
SEESPIEGEL 740 M. ü. M
(Die unbenannten Zahlen bedeuten Kompass / - Visuren)
0 1 2 3 4 5
Kilometer
(17. II. 1898.)

Fig. 3.

Als **Deklination** ist die am 9. Februar 1898 von Ingenieur C. G. **Lehmann** durch Bestimmung der Mittaglinie für Puerto Blest erhaltene Zahl 17° 34′ E (rund 17½°) zu Grunde gelegt. Nebenbei gesagt: die ordentliche Zunahme dieses Betrages erleidet am **Cerro Tronador** (wahrscheinlich infolge seiner magneteisenhaltigen Basaltmassen) eine Störung; Lehmann bestimmte am Nordfuss dieses auf

Granitsockel aufgesetzten, vergletscherten Vulkans (3400 m) Mitte Januar 1898 anlässlich der Absteckung einer trigonometrischen Basislinie die Deklination mit 16° 50′ E, und Ende Dezember 1897 noch weiter westlich, am untern Ende des Lago de todos los Santos in Chile (72° 25′ w. Greenwich) mit 17° 0′ E.

Das vor Puerto Moreno gelotete Tiefen-Querprofil durch den Nahuel-Huapi ist in Fig. 4 dargestellt; oben in fünffacher Überhöhung, unten im gleichen Längen- und Höhen-Maßstab. Es wurden von Südwest nach Nordost fortschreitend folgende Tiefen gefunden:

ab Puerto Moreno

A	B	C	D	E	Insel	F	G	H	I	K	L	M	N	O
55,	77,	55,	119,	34,	—	106,	179,	190,	183,	201,	191,	93,	58,	35

Meter Tiefe.

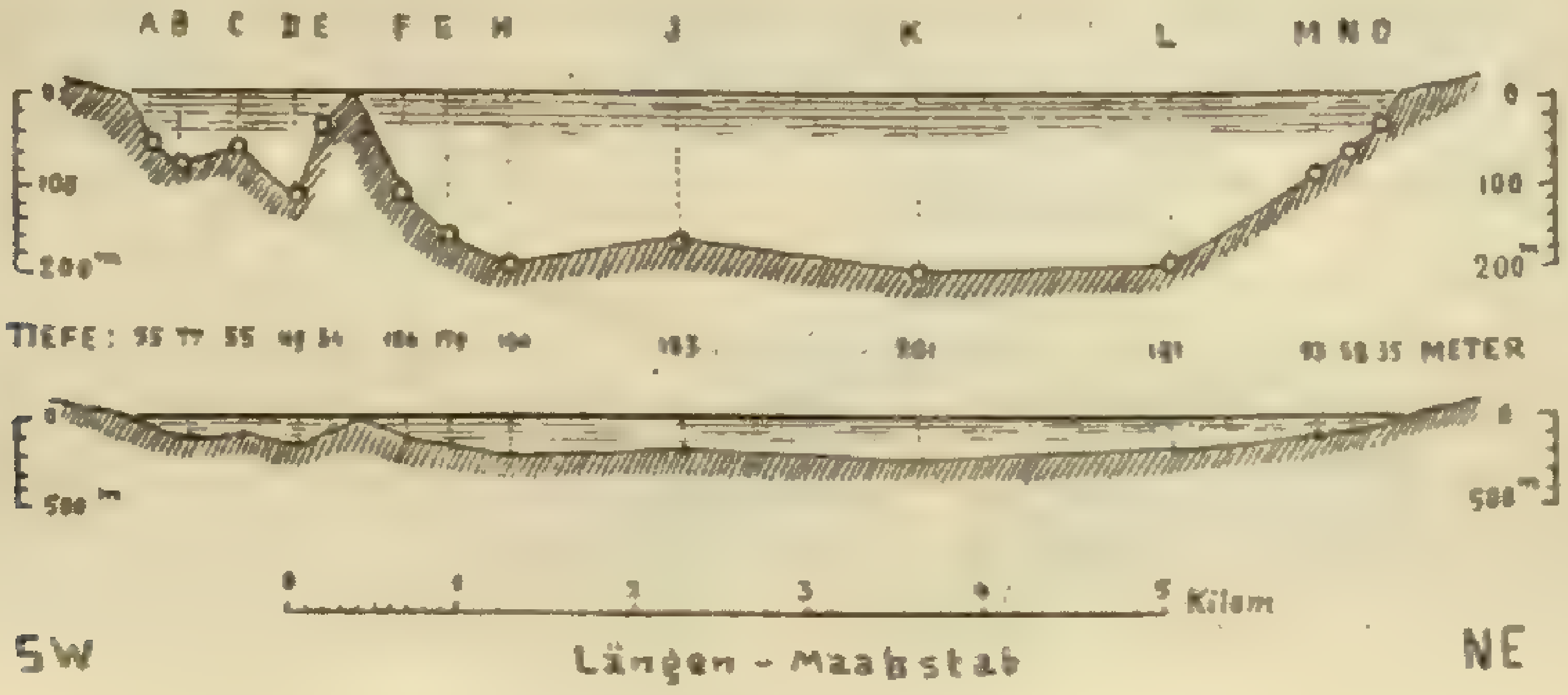


Fig. 4.

Das Seebecken hat also im Verhältnis zu seiner gewaltigen Flächenausdehnung eine geringe Tiefe und eine sehr einfache, flache Bodenkonfiguration. Damit gleicht es vollauf unsern schweizerischen Alpenseen (Urnersee: Maximaltiefe genau 200 m).

In der Folge bestimmte ich, am 8. März 1898, von einer 12tägigen Zweigexpedition nach Junin de los Andes neuerdings zum Nahuel-Huapi zurückgekehrt, noch durch 5 Lotungen ungefähr in der Seemittellinie vor San Carlos-Tauschek, ein Tiefen-Längsprofil in west-östlicher Richtung. Fünf Lotungspunkte wurden wiederum durch Peilungen festgelegt und mit dem Richtungsnetz des Querprofiles von Puerto Moreno zusammengehängt. Die Punkte liegen auf etwa 8 Kilometer Gesamt-Längserstreckung ziemlich gleichmässig auseinander. Es ergaben sich folgende Tiefenzahlen, von Westen (immerhin beträchtlich östlich der Querprofil-Lotungslinie) beginnend:

WNW San Carlos: N Tauschek:
West — 202, 210, 207, 199, 151 — Ost
Meter Tiefe.

Dies Resultat bestätigt die Ebenheit des Seebodens und eine gleichmässige, relativ geringe Tiefe von rund 200 Meter auch in der Längsrichtung dieses grössten, untersten Seeteiles.

In den folgenden Tagen beging ich noch die Terrassen, Moränen, Trachyt- und Porphyrberge am Südufer (Lago Gutierrez war schon früher besucht worden) und verliess am 12. März 1898 endgültig den interessanten See, Limayabwärts reitend, um den noch verbleibenden Sommerrest dem Studium der Wasserscheidenverhältnisse am Lago Lacar zu widmen.

V. Seetemperaturen, Transparenz des Wassers. Bemerkungen zur Frage der Entstehung des Nahuel-Huapi-Sees.

Wiederholt wurden die Seetemperaturen gemessen, bei verschiedenster Witterung und demgemäss veränderten Lufttemperaturen. Hier die Zahlen:

Datum:		Ort:	Luft:	Wasser:
30. XII. 1897,	$7^{1}/_{2}$h am	Puerto Blest	$12^{1}/_{2}$° C	8 ° C (nahe Bacheinmünd.)
31. XII. 1897,	$8^{1}/_{2}$h am	" "	$14^{1}/_{2}$° C	$10^{1}/_{2}$° C (ca. 300 m vom Land)
	10 h am	" "	—	10 ° C (ca. 2000 m vom Land)
1. I. 1898,	12 h m	Puerto Moreno	18 ° C	11 ° C
5. I. 1898,	11 h am	" "	8 ° C	$10^{3}/_{4}$° C (hoher Wellengang)
6. I. 1898,	11 h am	" "	11 ° C	12 ° C (See stürmisch)
	$5^{1}/_{2}$h pm	" "	9 ° C	11 ° C
7. I. 1898,	7 h am	" "	$10^{1}/_{2}$° C	$11^{1}/_{4}$° C (schönes Wetter)
8. I. 1898,	7 h am	Puerto Grethi	11 ° C	11 ° C (vorher gewaltiger Nachtsturm)
9. I. 1898,	$8^{1}/_{2}$h am	" "	$9^{1}/_{2}$° C	11 ° C
	1 h pm	Arm v. Puerto Blest, Nordufer	14 ° C	$10^{1}/_{2}$° C
31. I. 1898,	$10^{1}/_{2}$h am	Puerto Blest	$13^{1}/_{2}$° C	$9^{1}/_{2}$° C (naher Bach $7^{1}/_{2}$°)
16. II. 1898,	9 h am	Isla Huemul	$15^{1}/_{2}$° C	$11^{1}/_{2}$° C
23. II. 1898,	7 h am	Casa de Piedra	—	12 ° C (stille Bucht)

Eine auffällige Gleichmässigkeit herrscht in diesen Wassertemperaturen, die einzig gegen Westen, wo direktes Schneewasser zurinnen kann, etwas niedriger erscheinen. Das grosse Becken mit seinem ewigen Wellengang scheint im übrigen ausgleichend zu wirken. Doch verhalten sich auch andere, weitaus kleinere Seen dieses Gebietes, soweit ich im Vorbeigehen ihre Wassertemperaturen messen konnte, ungefähr gleich. So:

Laguna de los Clavos, 9. I. 1898, 6 h pm, $11^{1}/_{2}$° C (Luft $6^{1}/_{2}$°) (ca. 1150 m über Meer, am Übergang von Puerto Blest nach Casa Pangue).

Lago de todos los Santos, 26. I. 1896, $11^{1}/_{2}$ h am, $11^{1}/_{2}$° C (Luft $16^{1}/_{2}$°) (Chile, 180 m über Meer).

Der südlich vom Nahuel-Huapi in wildem Gebirgsabschnitt gelegene

Lago Gutierrez dagegen hatte am 15. II. 1898, 3 h pm eine Wassertemperatur von 17½° C (Luft 19,5°).

Endlich seien noch zwei Versuche erwähnt, die Durchsichtigkeit des Seewassers im Nahuel-Huapi zu bestimmen. Anlässlich der Auslotung des Querprofiles vor Puerto Moreno am 17. II. 1898 fand ich sie zu 12 Meter (wo ein in weisses Tuch gewickelter Stein eben noch sichtbar war), im Längsprofil vor Tauschek am 8. III. 1898 sogar zu 14 Meter, und am Ausfluss führt der Rio Limay auffallend klares Wasser.

Der Beurteilung der Entstehungsfrage des Sees müssen einige kurze Bemerkungen über die Geologie der Ufergebiete voraufgehen. Vom Campanario übersieht man aus fast 300 Meter Höhe die meisten Arme und den ganzen Kranz der umgebenden Berge bis nach Chile hinein und weit in die Pampas nach Osten. Die westlichen fjordartigen Arme liegen meist in klotzigem Granit; nach Süden und am Campanario selbst liegt eine farbenreiche Porphyrlandschaft; gegen San Carlos fällt ein mächtiges Schichtengewölbe aus Sandstein mit zwischengelagerten Porphyrtuffen und kohligen Pflanzenmergeln (Mono- und Dikotylen) auf. Allem hat bis ca. 800 Meter über Seespiegel eine ehemalige Vergletscherung den einheitlichen Charakter der Rundhöcker-Landschaft mit flachen Seewannen aufgeprägt. Es ist ein Grimselpass-Bild in enormer Vergrösserung! Das ist neben der unermesslichen Pracht des vielgestaltigen Wassers das Imposanteste an diesem unsäglich schönen Panorama.

Südöstlich, gegen Bernal, zieht eine 2½ Stunden breite Senke zur Pampa hinaus. Das muss der frühere, jetzt durch 100 Meter hohe Moränenwälle verbarrikadierte Ausgang des Seebeckens gewesen sein. Höher gelegenes Erraticum und Terrassenlinien weisen ferner auf eine Doppelung der Gletscherzeit hin.

Heute zwängt sich der Limay bei Zavaleta durch einen Moränenkranz, durchwässert in vielen Serpentinen und grosse Inseln umarmend einen weiteren alten Seeboden mit hohen Uferterrassen und findet schliesslich durch jungvulkanisches, moränenfreies, mit grotesken Wüstenformen verwitterndes Gestein in tagereisenlangen Schluchten und Stromschnellen einen (postglazialen) Ausweg nach Norden.

Ich muss für die Einzelheiten dieser Verhältnisse auf spätere Darlegungen in meinem Anden-Hauptbericht verweisen, kann mich aber des Eindruckes nicht erwehren, dass der ganze grosse, flache See glazialen Ursprungs sei, was mir hoffentlich Meister Heim nicht übel nimmt.

Verzeichnis der Publikationen von Albert Heim.

Zusammengestellt auf seinen 70. Geburtstag,
den 12. April 1919.

Im nachstehenden Verzeichnis sind weggelassen: Alle von Prof. Heim verfassten Schriften rein geschäftlichen oder organisatorischen Charakters, wie Statuten, Reglemente, Protokolle, Jahresberichte, Aufrufe, Fragenschema etc. der Kommissionen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (Gletscher-, Erdbeben-, Schäflistiftungs-, geologischen, Kohlen-, Flussgeschiebe- etc. Kommission), ferner der schweiz. geologischen Gesellschaft, des Feuerbestattungsvereines und einer Anzahl anderer Gesellschaften und Kommissionen, sowie die meisten nur für den momentanen Gebrauch gedruckten Gelegenheitsschriften verschiedener Art. Das Verzeichnis ist für Schriften geologischen Inhaltes annähernd vollständig, für solche andern Inhaltes dagegen konnte Vollständigkeit nicht erreicht werden.

Die Nennungen sind in folgende Abteilungen gruppiert worden:

1. Reliefs und Panoramen.
2. Grössere geologische Werke.
3. Kleinere geologische Publikationen einzeln oder in Zeitschriften.
4. Publikationen betreffend Erdbeben.
5. Geotechnische Arbeiten, Gutachten.
6. Andere naturwissenschaftliche Publikationen.
7. Kynologie.
8. Feuerbestattung.
9. Biographien, Reden, etc.

Es werden folgende Abkürzungen gebraucht:

V. Natf. G. Z. = Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.
Verh. S. N. G. = Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (S. N. G.) = Comptes-Rendus de la Société hélvétique des Sciences naturelles.
S. A. C. = Schweizer-Alpen-Club.
Arch. G. = Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève.
N. Z. Z. = Neue Zürcher Zeitung.
Z. D. g. G. = Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin.
Ref. = Referate, meistens Autoreferate.

1. Reliefs und Panoramen.

1866 Relief der Tödigruppe 1 : 25 000, 40 × 44 cm (Schulausstellung Kantonsschule Zürich).

1866 Gebirgspanorama vom Zürichberg, nach der Natur aufgenommen und in Stein gestochen (später für einen höheren Standpunkt am Zürichberg ergänzt von X. Imfeld). Länge 166 cm. Zürich, Cäsar Schmidt.

1867 Panorama von der grossen Mythe. Länge 205 cm. Verlag der Mythengesellschaft in Schwyz.

1868 Panorama vom Stätzerhorn. Länge 222 cm. Chur, Hitz.

1868 Panorama vom Pizzo Centrale oder Tritthorn (St. Gotthard), mit erläuterndem Text. Länge 260 cm. Besitz der Familie Lombardi, Hotel Prosa, St. Gotthard.

1869 Panorama vom Ruchen-Glärnisch, Länge 306 cm. Eigentum der Sekt. Tödi des S. A. C. (II. Aufl. siehe unter 1894).

1869 Ansicht des Puntaiglasgletschers und Panorama vom Pizzo Centrale. Artistische Beilage zu Jahrb. V, S. A. C. 1868/69, mit erläuterndem Text ebenda, p. 642—644.

1870 Panorama vom Suphellafjeld in Norwegen. Länge 245 cm. Artistische Beilage zu Jahrb. IX, S. A. C. 1873/74, mit erläuterndem Text ebenda, p. 519—525.

1871 Die Alpen und ihr Vorland, Rundsicht vom Gipfel des Säntis. Länge 444 cm. Eigentum der Sekt. St. Gallen des S. A. C.

1873 Einiges über Panoramen. Jahrb. VIII, S. A. C. 1872/73, p. 361—381.

1877 Ueber das «Alpenpanorama vom Pilatus» und «Gebirgsaussicht auf dem Uetliberg bei Zürich» von Xaver Imfeld. N. Z. Z. Nr. 310. (Rezension).

1878/83 Geologische Typenreliefs (in viele Lehrsammlungen verbreitet). Verlag Wurster & Cie., Zürich.

Nr. 1: Vollständiger Gletscher samt erratischen Erscheinungen 1 : 18 000, 62 × 40 cm. Mit Erläuterung.

Nr. 2: Vulkanische Insel 1 : 10 000, 70 × 50 cm. Mit Erläuterung.

Nr. 3: Steilküste und Dünenküste 1 : 3000, 70 × 50 cm. Mit Erläuterung.

Nr. 4: Talbildung durch Erosion (Gebiet eines Wildbaches) 1 : 10 000, 62 × 40 cm. Mit Erläuterung.

Geologisches Relief Nr. 5: Profilrelief der Säntisgruppe, auf Grundlage der geol. Karte von A. Escher in 30 Profilen dargestellt. 1 : 25 000, 135 × 55 cm. Mit Erläuterung.

Geologisches Relief Nr. 6: Relief des Bergsturzes von Elm 1 : 4000, nach eigener Messtischaufnahme. 72 × 46 cm. Mit Erläuterung.

1880 Imfelds Relief der Zermatterberge 1 : 25 000. Jahrb. XV, S. A. C., 1879/80 p. 574—580.

1880 Aussicht von der Höhe des Diavolezzapasses. Artistische Beilage zu Jahrb. XV, S. A. C., 1879/80.

1883 Geologische Bearbeitung des Reliefs des Linthgebietes (modelliert von Fr. Becker), 1 : 25 000, 190 × 140 cm. Geol. Institut Zürich.

1884 Bericht über Karthographie» (Reliefwesen). Schweiz. Landesausstellung: Spezialbericht der Herren: . . . . und Prof. Rebstein. 10 pp. median. Zürich, Orell Füssli.

1886 Gebirgsansicht von Villars sur Ollon. Aufgenommen während den Reden der Präsidenten Grob und Rambert an der Generalversammlg. des S. A. C., 13. September 1885. Artistische Beilage zu Jahrb. XXI, S. A. C., 1885/86.

1890 Quaipanorama von Zürich. im Auftrag der Quaidirektion aufgenommen und in Stein gestochen, a) vom Quaihügel Enge, b) vom Stadthausplatz, c) vom Zürichhorn. Länge 125 cm. Druck und Kommission Hofer & Cie., Zürich.

1891 Geologische Bearbeitung des Reliefs der Umgebung des Vierwaldstättersees (modelliert von X. Imfeld) 1 : 25 000, 210 × 144 cm. Geol. Institut, Zürich.

1893 Geologische Bearbeitung mit J. Früh des Reliefs von Zürich und Umgebung, 1 : 40 000, 54 × 54 cm. Geol. Institut, Zürich.

1893 Geologische Bearbeitung mit C. Burckhardt, nach den Aufnahmen von Fellenberg, Baltzer und Mösch, des Reliefs der Finsteraarhorngruppe (modelliert von S. Simon), 1 : 10 000, 360 × 180 cm in 3 Sektionen. Geol. Institut, Zürich.

1894 Geologische Bearbeitung mit J. Früh, nach der Karte von A. Aeppli, des Isohypsen-Reliefs des Gebietes zwischen Zuger- und Zürichsee, 1 : 25 000, 48 × 69 cm. Geol. Institut, Zürich.

1894 Panorama vom Ruchen-Glärnisch, Länge 306 cm. II. Aufl. mit revidierter Nomenclatur. Artistische Beilage zu Jahrb. XXIX, S. A. C. 1893/94. I. Aufl. siehe unter 1869.

1896 Geologische Bearbeitung nach den Aufnahmen von Favre, Renevier. Lugeon und Schardt, des Reliefs der Dents du Midi (modelliert von J. Graff, A. Hausammann und J. Vaucher), 3 : 50 000, 75 × 75 cm. Geol. Institut Zürich. und Musée géol. Université Lausanne.

1897 Offener Brief an den Tit. Vorstand und an die Mitglieder der Sektion Uto des S. A. C. (betr. Reliefprojekt und Relieffrage). 12 pp. 8° Selbstverlag.

1898 Geologische Bearbeitung eines Reliefs des Gebietes um den Luganersee. (modelliert von F. Becker). 1 : 25 000, 100 × 70 cm. Geol. Institut, Zürich.

1899 Geologische Bearbeitung nach A. Escher, A. Baltzer und C. Mösch des Reliefs der Titlis-Sustenhorngruppe (modelliert von X. Imfeld), 1 : 25 000, 62 × 140 cm. Geol. Institut, Zürich.

1900 Relief der Gipfelregion des Säntis, nach eigenen Aufnahmen im Terrain modelliert und landschaftlich und geologisch ausgeführt, 1 : 2500, 55 × 85 cm. Geol. Institut, Zürich.

1901 Panorama vom Alkoholfreien Kurhaus auf dem Zürichberg, 635 m ü. M., aufgenommen im Sommer 1901. Länge 171 cm. Selbstverlag.

1901 Relief des Jura von Moutier und Umgebung, geologisch und zugleich landschaftlich bearbeitet, 1 : 10 000. 104 × 112½ cm. Geol. Institut Zürich, und andere Institute.

1904 Relief des Säntis. Nach eigenen Beobachtungen landschaftlich und geologisch dargestellt unter Mitarbeit von C. Meili, vollendet 1903. 1 : 5000, 185 × 192 cm. Erläuterungstext mit Abbildungen, Selbstverlag. (Exemplare des Reliefs sind ausgestellt: Alpines Museum Bern; Gletschergarten Luzern; Geol. Institut Zürich; Heimatmuseum St. Gallen; Albert-Museum London; Hofmuseum Wien; Alpines Museum München).

1904 Das Relief. Vortrag gehalten bei Gelegenheit der Uebergabe des Säntisreliefs in 1 : 5000 an das Naturhistorische Museum in St. Gallen, 8. Januar. Jahrb. Naturw. Ges. St. Gallen 1903, p. 353—373.

1904 Das Gebirgsrelief. Compte-Rendu du Congrès géol. internat., 9me session, Vienne, 1903, p. 134—136.

1904 Relief des Säntis 1 : 5000. 3 Figuren und 2 Profile. Mitt. der Sektion für Naturkunde des Oesterreichischen Touristenklub (Wien), XVI. Jahrgang, Nr. 3, p. 13—18.

1914 Relief des Pilatus, landschaftlich bearbeitet von Carl Meili, geologisch bearbeitet (nach Buxtorfs Aufnahmen) von A. Heim. modelliert von X. Imfeld, A. Heim und C. Meili, 1 : 10 000, 125 × 85 cm. Verlag von A. Heim und A. Buxtorf. (Landschaftl. Exemplar im Gletschergarten Luzern).

1914 Relief des Rheinfallgebietes, modelliert und: 1. geologisch bearbeitet in 1 : 4000. 66 × 45½ cm. 2. Dasselbe landschaftlich bearbeitet in 1 : 2000, 79½ × 84½ cm (Rheinmuseum in Koblenz). Selbstverlag. 3. Dasselbe mit Eintrag des projektierten Schiffahrts-Schleusen-Kanales, Eigentum des «Nordostschweizerischen Verbandes für Schiffahrt Rhein-Bodensee», ausgestellt im Heimatmuseum St. Gallen.

1915 Begleitworte zum Tödipanorama von Albert Bosshard, Blatt III und IV., Jahrb. L, S. A. C., 1914/15, p. 325—330.

2. Grössere geologische Werke.

1878 Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi-Windgällengruppe. Band I, 346 pp., Band II, 246 pp., Atlas 17 Tafeln (4⁰). Basel, Benno Schwabe.

1885 Handbuch der Gletscherkunde. Bibl. geogr. Handbücher, herausgegeben von Prof. F. Ratzel. XVI + 560 pp. 8⁰ mit 2 Tafeln und einer Karte. Stuttgart, Engelhorn.

1885 Blatt XIV Altdorf-Chur der geologischen Karte der Schweiz in 1 : 100 000, aufgen. 1871—1883, herausgegeben von der Geol. Kommission der S. N. G. («Beiträge»).

1888 Emm. de Margerie und . . . . . Les dislocations de l'écorce terrestre. Essai de définition et de nomenclature. Die Dislokationen der Erdrinde. Versuch einer Definition und Bezeichnung. Text deutsch und französisch, Synonymie deutsch, französisch und englisch. Herausgegeben von der Stiftung Schnyder von Wartensee. VIII + 154 pp. 8°, 110 Figuren. Zürich, Wurster & Cie.

1891 Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Text zur geologischen Karte der Schweiz, 1 : 100 000, Bl. XIV. Beitr. zur geol. Karte der Schweiz, 25. Lfg. XX + 503 pp. 7 Tafeln.

1894 Geologische Karte der Schweiz 1 : 500 000, bearbeitet von . . . . und C. Schmidt im Auftrage und herausgegeben von der geologischen Kommission der S. N. G. 47 × 68 cm. Bern, Francke. II. Aufl. 1911.

1905 Das Säntisgebirge. Mitarbeiter: Dr. Marie Jerosch, Dr. Arn. Heim und Dr. Ernst Blumer. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, n. F. 16. Lfg., Bd. 1, X + 654 pp., 1 Taf., 120 Fig.; Bd. 2, Atlas, 32 pp., 2 geol. Karten in 1 : 25 000, 39 Tafeln und geologische Karte (Spezialkarte Nr. 38) in 1 : 25 000, 75 × 50 cm.

1910 J. Oberholzer und . . . . . Geologische Karte der Glarneralpen, 1 : 50 000, 66,9 × 62 cm, aufgenommen 1900—1908. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, Spezialkarte Nr. 50.

1916—18 Geologie der Schweiz. Band I: Molasseland und Juragebirge. Erschienen in 7 Lfgn. XX + 704 pp., gr. 8°, 29 Tafeln, 126 Textfiguren. Leipzig, Chr. H. Tauchnitz. (Bd. II. Alpen, im Druck).

3. Kleinere geologische Publikationen, einzeln oder in Zeitschriften.

1870 Ueber Gletscher. 1 Taf., 17 Fig. Poggendorfs Annalen der Physik (Leipzig), Ergänzungsband V, p. 30—63.

1870 Ueber Korrektion von Gebirgsgewässern. 8 Fig. Jahrb. VI, S. A. C. 1869/70, p. 329—349.

1871 Instruktion für die Gletscher-Reisenden des S. A. C. 2 Taf., 40 pp. 8°. Bern, Dalp.

1871 Auszüge aus dem Reisetagebuch: 1. Der Workocz. 2. Wirkungen der Glazialperiode in Norwegen. V. Natf. G. Z., 16. Jahrg., 2. H., p. 112—116.

1871 Eine mathematisch einfache Bruchfläche. (Ref.). V. Natf. G. Z., 16. Jahrg., 2. H., p. 140—141.

1871 Notizen aus den geolog. Untersuchungen f. Blatt XIV der eidg. Karte. 1 Taf. V. Natf. G. Z., 16. Jahrg., 3. H., p. 240—262.

1871 Blick auf die Geschichte der Alpen. Vortrag. 1 Taf. Verh. S. N. G. 54. Vers. Frauenfeld, p. 155—177.

1872 Was ist und will Geologie, ihr Ziel, ihre Forschungsart und ihre Resultate. Vortrag. 32 pp. 8°. Zürich, Cäsar Schmidt.

1872 Aus der Geschichte der Schöpfung. In: «Oeffentl. Vorträge gehalten in der Schweiz» (Basel), Bd. V, H. 7, 44 pp. 8°.

1872 Auszüge aus dem Reisetagebuch. 3. Ueber Eruptivgesteine [in Norwegen]. 1 Taf. V. Natf. G. Z., 17. Jahrg., 1 H., p. 41—49.

1872 Geolog. Uebersicht der Windgällen-Tödigruppe. 1 Taf. Jahrb. VII. S. A. C. 1871/72, p. 385—414.

1872 [Notiz über die Politur von Gesteinsblöcken durch Vieh]. Alpenpost (Glarus), Bd. II, Nr. 3, p. 44.

1872 Einige Worte über das Observatorium am Vesuv. Alpenpost (Glarus). Bd. III, Nr. 5, p. 58—60.

1873 Der Vesuv im April 1872. 4 Taf. Z. D. g. G. Bd. XXV, H. 1, 1—52.

1873 Der Ausbruch des Vesuv im April 1872. Mit einer allg. Einführung in die Erscheinungen der Vulkane. 4 Taf. 52 pp. 8⁰. Basel. Schweighauser.

1873 Ueber Demonstrationsmittel im geolog. Unterricht. V. Natf. G. Z., 18. Jahrg., 1 H., p. 63—64.

1873 Ueber den «Gletschergarten» in Luzern. 1 Taf. V. Natf. G. Z., 18. Jahrg., 2. H., p. 153—160.

1873 Lagerungsverhältnisse zwischen kristallinischem Schiefer und Sediment in den östlichen Schweizeralpen. Verh. S. N. G., 56. Vers. Schaffhausen, p. 88—91. Arch. G. 2e pér., t. 48, p. 62—63.

1873 Ueber die Theorie der Gletscherbewegung. Jahrb. VIII, S. A. C. 1872/73, p. 330—360. Ins Schwedische übers. von A. E. Törnebohm in «Geol. Föreningens» (Stockholm), Bd. I, Nr. 13, p. 257.

1873 Ueber den jetzigen Stand der Theorie der Gletscherbewegung. (Ref.). Alpenpost (Glarus), Bd. V, Nr. 9, p. 136.

1874 Stand des Hüfigletschers. Jahrb. IX, S. A. C., 1873/74, p. 558—559.

1874 Ueber einen Fund aus der Rentierzeit in der Schweiz. 1 Taf. Mitt. der Antiquar. Ges. Zürich, Bd. XVIII. H. 5, p. 125—138.

1874 Vorläufige Mitteilung über die Höhlenfunde in Thayngen im Kt. Schaffhausen. V. Natf. G. Z., 19. Jahrg., 1. H., p. 87—88.

1874 Die Ausgrabungen im Kesslerloch bei Thayngen. Vortrag. Alpenpost (Zürich), Bd. VI, Nr. 14, p. 196—199 und Nr. 15, p. 207—209.

1874 Schlammführung der Sihl bei Zürich [Kleine Notiz]. Alpenpost (Zürich), Bd. VII, Nr. 12, p. 111.

1874 Einiges über die Verwitterungsformen der Berge. 2 Figurentafeln. 35 pp. Neujahrsbl. LXXVI herausgeg. von der Natf. Ges. in Zürich auf das Jahr 1874. Zürich, Zürcher u. Furrer.

1874 Ueber die Schliffe an den Porphyrbergen von Hohburg. N. Jahrb. f. Min., Geol. und Pal. (Stuttgart, Schweizerbart), Jahrg. 1871, p. 953—959.

1875 Mitteilungen über den gegenwärtigen Stand der Frage, welchen Anteil die Gletscher bei der Bildung der Täler gehabt haben. V. Natf. G. Z., 20. Jahrg., 1. und 2. H., p. 205—208.

1876 Ueber die Entstehung der Alpen und vorzugsweise über die mechan. Ursachen. (Ref.). V. Natf. G. Z., 21. Jahrg., 3. H., p. 297—299.

1876 Die ersten Spuren des Menschen in Mitteleuropa. «Bericht über die Tätigkeit der St. Gall. naturw. Ges. während des Vereinsjahres 1875—76». p. 3—4.

1876 Der Urnersee. [Enthält die ersten Vermessungen der Seetiefe]. N. Z. Z. Nr. 36 und 38, Jan.

1876 Itinerarium für das Exkursionsgebiet des S. A. C. von 1876/77: Tödi-Sardona-Kärpf-Gruppe. Jahrb. XII, S. A. C. 1876/77, p. 277—321. Separat bei Zürcher u. Furrer, Zürich; französ. Ausgabe Imprimerie Bomant, Genf.

1877 Vortrag über den Mechanismus der Gesteinsumformung bei der Gebirgsbildung. (Ref.). V. Natf. G. Z., 22. Jahrg., 1. H., p. 115—116.

1877 Mitteilung über den Kölner Dom (Verwitterung seiner Gesteine). V. Natf. G. Z., 22. Jahrg., 4. H., p. 418—420.

1878 Ueber die Stauung und Faltung der Erdrinde. Eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Resultate aus dem Werk «Untersuch. über den Mechanismus der Gebirgsbildung». 33 pp. 8⁰. Basel.

1878 Vortrag über Talstufen und Terrassen in den Alpentälern. (Ref.). V. Natf. G. Z., 23. Jahrg., 3. H., p. 277—278. Verh. S. N. G., 61. Vers Bern, p. 86—88.

1878 Ueber die Entstehung der Zentralmassive. Verh. S. N. G. 61. Vers. Bern, p. 215—217.

1878 Bemerkungen zur Karte des Klubgebietes. Bl. 400. 401. 404 und 405 des eidg. Atlas in 1 : 50 000. Jahrb. XIII, S. A. C. 1877/78. p. 403—421.

1878 Ueber die Karrenfelder. 2 Abbildg. Jahrb. XIII, S. A. C., 1877/78, p. 421—434.

1878 Erläuterungen zu den Abbildungen Brigelserhörner, Tödi, Düssistock. Jahrb. XIII, S. A. C., 1877/78, p. 569—573.

1878 Gipfelgesteine. Jahrb. XIII, S. A. C., 1877/78, p. 573—575.

1878 Briefl. Mitteilung an Herrn Beyrich, Antwort auf Bemerkungen von Studer. [Ueber die Tödi-Windgällen-Gruppe]. Z. D. g. G., Bd. XXX, H. 4, p. 678—680.

1879 Ueber die Erosion im Gebiete der Reuss. Mit Profiltaf. und Karte in 1 : 100 000. Jahrb. XIV, S. A. C., 1878/79, p. 371—405.

1879 Ueber die Verwitterung im Gebirge. 1 Taf. 40 pp. In: «Oeffentl. Vorträge, gehalten in der Schweiz» (Basel), Bd. V, H. 5.

1879 Zu J. Müller-Wegmanns Ansicht vom Kistenpass. Jahrb. XIV., S. A. C. 1878/79, p. 541—546.

1880 Vorweisung eines 12 kg schweren Rauchquarzkristalles aus dem Etzlital mit Wachstumshemmungen. V. Natf. G. Z., 25. Jahrg., 4. H., p. 417—418.

1880 Die Seen des Oberengadin. Jahrb. XV, S. A. C., 1879/80, p. 429—436.

1880 «Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien» von Ed. v. Mojsisovics. Neue Alpenpost (Zürich), Bd. XI, Nr. 6 p. 47—48, Nr. 7 p. 54—55, Nr. 8 p. 61—62, Nr. 9 p. 70—71, Nr. 10 p. 79—80.

1880 Zum «Mechanismus der Gebirgsbildung». [Entgegnung auf F. Pfaff und F. M. Stapff.] Z. D. g. G., Bd. XXXII, H. 2, p. 262—299.

1880 Die Glarner Doppelfalte. Briefl. Mitteilg. an Prof. Suess. 12. Mai. Verh. der k. k. geol. Reichsanst. (Wien). Jahrgang. 1880, p. 155—159.

1881 Ueber die Glarner Doppelfalte. Verh. der k. k. geol. Reichsanst. (Wien), Jahrg. 1881, p. 204—230.

1881 Die Gebirge. 1 Taf. 28 pp. In: «Oeffentl. Vorträge gehalten in der Schweiz» (Basel), Bd. VI, H. 7.

1881 Der Bergsturz von Elm den 11. Sept. 1881. Denkschr. von E. Buss und . . . . Mit einer Uebersichtskarte des Sernftales, einer Karte des Bergsturzes von F. Becker und . . . ., einem Profil von . . . ., einer Planskizze von Elm von A. Buss, einer lithograph. Ansicht von J. Hofer und Lichtdruckbildern nach Photogr. von J. Ganz. 163 pp., klein 4⁰. Zürich, Wurster u. Cie.

1881 Ueber die jetzige Erklärung der scheinbaren Lücken in der geolog. Entwicklungsgeschichte der organisierten Natur. (Autoref.). V. Natf. G. Z., 26. Jahrg., 1. H., p. 106—109.

1881 Projet d'unification des procédés graphiques dans les cartes géologiques. 1er accessit («sit imago speculum veritatis») au concours ouvert par le Comité d'organisation du 2e Congrès géol. internat. à Bologne en 1881. 4 planches en couleurs. Compte-Rendu 2e session Congr. géol. internat. à Bologne 1881, p. 281—339.

1882 Die Glarner Doppelfalte, mit Exkursions-Protokoll der schweiz. geol. Ges. V. Natf. G. Z. 27. Jahrg., 2. H., p. 180—188. Arch. G. 3e pér., t. 8, p. 400—408.

1882 Anmerkung über zwei Diamanten von Patagones (S.-Amerika), den Sammlungen des eidg. Polytechnikums geschenkt von Dr. J. Heusser und G. Claraz. V. Natf. G. Z., 27. Jahrg., 4 H., p. 313—314.

1882 Notizen über: 1. Lagerungsverhältnisse im Gebiet der Glarner Doppelfalte, 2. liegende Umbiegungen an der Silbern, 3. fossile Fische von Diesbach. Verh. S. N. G., 65 Vers. Glarus, p. 33 und 34.

1882 L'éboulement d'Elm (avec 1 planche et 1 profil). Arch. G. 3e pér., t. 7, p. 52—81.

1882 Der Bergsturz von Elm. 1 Taf. Z. D. g. G. Bd. XXXIII, H. 1, p. 74—115.

1882 Briefl. Mitteilung von . . . . an Herrn W. Dames über den Bergsturz von Elm. 25. Juli. Z. D. g. G., Bd. XXXIV, H. 2, p. 435—439.

1882 Ueber Bergstürze. 1 Taf. 31 pp. Neujahrsbl. LXXXIV herausgeg. von der Natf. Ges. in Zürich auf das Jahr 1882. Zürich bei Wurster u. Cie.

1883 Geolog. Verhältnisse [von Zürich]. In: «Zürich und Umgebung», Heimatskunde, herausg. vom Lehrerverein Zürich, p. 8—13 (8⁰). Zürich, Fr. Schulthess.

1883 Demonstration eines Profilreliefs der Säntisgruppe in 1 : 25 000 und Mitteilung über die neu entdeckte, zum Gewölbe gedrehte Mulde am Axen. V. Natf. G. Z., 28. Jahrg., 1. H., p. 83—84.

1883 Excursion de la Soc. géol. Suisse en Août 1883 (Axenstrasse—Windgällen). Arch. G., 3e pér., t. 10, p. 533—534.

1883 Propositions du Comité suisse aux commissions internationales en vue de leur conférence à Zurich en août 1883. Compte-Rendu 3e session Congr. géol. internat. à Berlin 1885, p. 254—265. Arch. G. 3e pér., t. 9, p. 432—449.

1883 Der alte Bergsturz von Flims (Graubündner Oberland). Jahrb. XVIII, S. A. C. 1882/83, p. 295—309.

1883 Gipfelgesteine. Jahrb. XVIII, S. A. C., 1882/83, p. 434—436.

1884 Notiz über eine Beobachtung über Regelation. (Im Protokoll der geolog. Sektion), Verh. S. N. G., 67. Vers. Luzern, p. 59.

1884 Klönsee und Blegisee. Mit Tiefenkarte und Profil. Jahrb. XIX. S. A. C., 1883/84, p. 567—571.

1884 Die Quellen. 31 pp. 8⁰. In: «Oeffentl. Vorträge, gehalten in der Schweiz» (Basel), Bd. VIII, H. 9.

1885 Ueber die Entstehung und Bildung des Gletscherkorns. (Ref.). V. Natf. G. Z., 30. Jahrg., 1. H., p. 97—98.

1885 Zur Frage der «Glarner Doppelfalte». [Kurze Mitteilg.]. Verh. der k. k. geol. Reichsanst. (Wien), Jahrg. 1885, Nr. 3, p. 80—81.

1885 Abnahme der Gletscher. Mitt. des Deutsch. und Oesterr. Alpenvereins (Salzburg), Jahrg. 1885, Nr. 18, p. 208.

1886 Vortrag über die Umlagerung, welche die kleinsten Gesteinsteile bei der Gebirgsbildung erlitten haben. (Ref.). Verh. S. N. G., 69. Vers. Genf, p. 46—47.

1886 Gutachten über die Preisarbeit: «Der Ursprung der miocänen subalpinen Nagelfluh» (Verf. Dr. J. Früh) an die Kommiss. der Schläfli-Stiftung. Verh. S. N. G., 69. Vers. Genf, p. 115—121.

1886 Notizen über Wirkungen des Blitzschlages auf Gesteine. 1 Fig. Jahrb. XXI, S. A. C., 1885/86, p. 342—357.

1886 Aus dem Gebiet des alten Isargletschers und des alten Linthgletschers, von . . . . und Albr. Penck. Z. D. g. G., Bd. XXXVIII, H. 1, p. 161—169. Ins Englische übers. von G. J. Hinde in «The geolog Magazine» (London), vol. 3, dec. 3, p. 259.

1887 Ueber Kantergeschiebe aus dem norddeutsch. Diluvium. V. Natf. G. Z., 32. Jahrg., 4. H., p. 383—385.

1887 Zum Schutze des Rheinfalls. Jahrb. XXII, S. A. C., 1886/87, p. 499—503.

1887 Vortrag über die Rheinfallfrage, gehalten am 1. April 1887 in der Sektion Uto des S. A. C. Schweiz. Alpenzeitung (Zürich), 5. Jahrg., Nr. 11, p. 104—109.

1888 Zur Klassifikation der kristallinischen Schiefer. Compte-Rendu de la 4e session du Congrès géol. internat. à Londres 1888, p. 80—85.

1888 Katalog von ausgestellten Belegstücken betr. die mechan. Gesteinsumformung bei der Gebirgsbildung, gesammelt in den Schweizeralpen. In: Catalogue de l'exposit. géolog. (p. 12—17) du Congrès géol. internat. à Londres, 1888, 4e session.

1888 Die Quellen. Ihre Entstehung, Beurteilung und Benützung. Vortrag. Landwirtschaftl. Jahrb. der Schweiz (Bern), 1888, 2. Bd., p. 177—186.

1888 Lawinen und Lawinenschutz. Schweiz. Bauzeitung (Zürich), Bd. XII, Nr. 3, p. 16—20.

1889 Einige Worte zur Geologie des Clubgebietes (Gebiet der Grauen Hörner, Kt. St. Gallen). 1 Taf. Jahrb. XXIV., S. A. C., 1888/89, p. 247—256.

1889 Die Schweiz, von J. J. Egli, in Verbindung mit . . . . für die Geologie und R. Billwiller für die Klimatologie. In: A. Kirchhoff, Unser Wissen von der Erde, Allg. Erd- und Länderkunde (Leipzig), Bd. II, 2. Teil, p. 335—418 (gross 8⁰).

1890 Die geolog. Geschichte des Bodens von Zürich. In: Salomon Vögelin, Das alte Zürich (Zürich, Orell Füssli), II. Bd., p. 1—14 (8⁰).

1890 Gutachten über die eingegangene Lösung der Preisaufgabe pro 1890 über das Gletscherkorn. Verh. S. N. G., 73. Vers. Davos, p. 108—111.

1890 Bericht über die Excurs. der Schweizer. geol. Ges. im Gebiet der

Bündnerschiefer (Graubünden und Tessin), v. 20—26. Aug. 1890, von . . . . und C. Schmidt. Eclogae vol. II, Nr. 2, p. 193—198.

1891 Die Geschichte des Zürichsees. 1 Tafel. 16 pp. Neujahrsbl. XCIII, herausgeg. von der Naturf. Ges. in Zürich auf das Jahr 1891. Zürich, Zürcher & Furrer.

1891 Ueber Sammlungen für allgemeine Geologie. 8 pp. folio. In: Festschrift zur Feier des 50jährigen Doctor-Jubiläums von Prof. Dr. Karl Wilh. v. Nägeli in München und Geheimrat Prof. Dr. Albert v. Kölliker in Würzburg, herausgeg. von der Univers., dem Eidg. Polyt. und der Tierarzneischule in Zürich. Zürich, Albert Müller.

1892 Vorweisung eines bewegl. Profiles zur Demonstrat. der Seebildung durch Senkung der Alpen. V. Natf. G. Z., 37. Jahrg., 3. und 4. H., p. 346.

1892 Ueber die Entstehung der Seen. (Ref.). Ber. über die Tätigkeit der St. Gall. naturw. Ges. während des Vereinsjahres 1891—92, p. 65—66: Eclogae. vol. III, Nr. 3, p. 243—244; Arch. G. 3e pér., t. 28, p. 499.

1893 Ueber die Thongesteine, ihre Entstehung und ihr Vorkommen. In: L. Tetmajer, Methoden und Resultate der Prüfung der hydraul. Bindemittel. Mitt. der Anst. zur Prüfung von Baumaterialien am eidg. Polyt. Zürich (Selbstverlag der Anstalt), H. 6, p. 9—27.

1894 Die Entstehung der alpinen Randseen. Geol. Nachlese Nr. 1. V. Natf. G. Z., 39. Jahrg., 1. H. p. 65—84.

1894 Ueber das absolute Alter der Eiszeit. Geol. Nachlese Nr. 2. 1 Fig. V. Natf. G. Z., 39. Jahrg., 2. H., p. 180—186.

1894 Der Eisgang der Sihl in Zürich am 3. Febr. 1893. Geol. Nachlese Nr. 3. V. Natf. G. Z., 39. Jahrg., 3. und 4. H., p. 323—336.

1894 Die Geologie der Umgebung von Zürich. 2 Taf. Compte-Rendu de la 6e session du Congrès géol. internat. à Zurich 1894, p. 179—197.

1894 Geolog. Excursion quer durch die östl. Schweizeralpen. 1 Taf. In: «Livret-guide géol. dans le Jura et les Alpes de la Suisse, dédié au Congrès géol. internat., publié par le Comité d'organisation en vue de la 6e session à Zurich 1894» (Lausanne), p. 97—110. (8⁰).

1894 Geolog. Excursion quer durch die östl. Schweizeralpen. 1 Taf. In Rendu de la 6e session du Congrès géol. internat. à Zurich 1894, p. 441—445.

1895 Der diluviale Bergsturz von Glärnisch-Guppen. Geol. Nachlese Nr. 4. 1 Taf. V. Natf. G. Z., 40. Jahrg., 1. H., p. 1—32.

1895 A. Rothpletz in den Glarneralpen. Geol. Nachlese Nr. 5. 1 Taf. V. Natf. G. Z. 40. Jahrg., 1. H., p. 33—70.

1896 Stauungsmetamorphose am Walliser Anthracit und einige Folgerungen daraus. Geol. Nachlese Nr. 6. 3 Fig. V. Natf. G. Z., 41. Jahrg. (Festschr.), 2. Teil, p. 354—365.

1896 Die Gletscherlawine an der Altels am 11. Sept. 1895. Im Auftrag der Gletscherkommiss. der S. N. G. bearbeitet unter Mitwirkung der Herren L. Du Pasquier und A. Forel von . . . . 3 Taf. 63 pp. 4⁰. Neujahrsbl. XCVIII. herausgeg. von der Natf. Ges. in Zürich auf das Jahr 1896. Zürich, Zürcher u. Furrer.

1897 Quellerträge in Schächten und deren Bestimmung. Geol. Nachlese Nr. 7. 4 Fig. V. Natf. G. Z., 42. Jahrg., 2. H., p. 112—128.

1898 Die Bodenbewegungen von Campo im Maggiatale, Kt. Tessin. Geol. Nachlese Nr. 8. 1 Taf. V. Natf. G. Z., 43. Jahrg., 1. H., p. 1—24.

1898 Querprofil durch den Central-Kaukasus, längs der grusinischen Heerstrasse, vergl. mit den Alpen. Geol. Nachlese Nr. 9. 1 Taf. V. Natf. G. Z., 43. Jahrg., 1. H., p. 25—45.

1900 Die Entstehung und die Textur der Thonschiefer. 8 Fig. In: L. Tetmajer, Methoden und Resultate der Prüfung künstl. und natürl. Bausteine. Mitt. der Anst. z. Prüfung von Baumaterialien am eidg. Polyt. Zürich (Selbstverl. der Anst.), I. Heft (Landesausstellungsausgabe 1896), p. 258—275.

1900 Nachschrift über das anstehende Gestein am Ostfuss des Glärnisch. In: Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, n. F. 9. Lfg. (Monogr. prähistor. Bergstürze von J. Oberholzer), p. 203—209.

1900 Der Schlammabsatz am Grunde des Vierwaldstättersees. Geol. Nachlese Nr. 10. V. Natf. G. Z., 45. Jahrg., 1. und 2. H., p. 164—182.

1900 Ueber das Eisenerz am Gonzen, sein Alter und seine Lagerung. Geol. Nachlese Nr. 11. 1 Taf. V. Natf. G. Z., 45. Jahrg., 1. und 2. H., p. 183—198.

1900 Gneissfältelung in alpinem Centralmassiv, ein Beitrag zur Kenntn. der Stauungsmetamorphose. Geol. Nachlese Nr. 12. 2 Taf. V. Natf. G. Z., 45. Jahrg., 3. und 4. H., p. 205—226.

1900 Die Eisenerze des Avers und die Manganerze vom Oberhalbstein. Verh. S. N. G. 83. Vers., Thusis, p. 101—104; Eclogae vol. VI, Nr. 6, p. 491—493; Arch. G. 4e pér., t. 10, p. 460—461.

1900 Antrag an die schweiz. geol. Ges. zum Schutze des Rheinfalls. Verh. S. N. G. 83. Vers. Thusis, p. 185—187.

1900 Vorlage von stalactitischen Calcitsekretionen und blaugrün schimmernden Aragonitsekretionen aus Thermalspalten von Rothenbrunnen, Graubünden. Verh. S. N. G. 83. Vers. Thusis, p. 104; Arch. G. 4e pér., t. 10, p. 461.

1902 Lettre ouverte à Mr. le Prof. M. Lugeon [Concernant la théorie des nappes de recouvrement]. Bull. de la Soc. géol. de France, 4e série, t. 1, p. 823—825.

1904 Neue Ergebnisse über die Stratigraphie und Tektonik des Säntisgebirges. Verh. S. N. G. 87. Vers. Winterthur, p. 44; Arch. G. 4e pér., t. 18, p. 350.

1905 Neuseeland. 10 Fig., 1 Taf. 42 pp. Neujahrsbl. CVII. herausgeg. von der Natf. Ges. in Zürich auf das Jahr 1905. Zürich, Fäsi u. Beer.

1905 Wilh. Amrein und . . . Der Gletschergarten in Luzern. Denkschrift, gewidmet der S. N. G., bei Anlass der 88. Jahresvers. in Luzern 1905. 18 Taf., 2 Fig. 63 pp. 8⁰. Verlag des Gletschergartens Luzern.

1905 Tunnelbau und Gebirgsdruck. Geol. Nachlese Nr. 14. V. Natf. G. Z., 50. Jahrg., 1. und 2. H., p. 1—22.

1905 Das Säntisgebirge. Vortrag. 9. Fig. Verh. S. N. G. 88. Vers. Luzern, p. 97—121.

1906 Ein Profil am Südrand der Alpen, der Pliocänfjord der Breggiaschlucht. Geol. Nachlese Nr. 15. 1 Taf., 8 Fig. und 1 Karte. V. Natf. G. Z., 51. Jahrg., 1. H., p. 1—49.

1906 Ueber den nordöstl. Lappen des Tessinermassivs. Geol. Nachlese Nr. 17. 1 Taf. V. Natf. G. Z., 51. Jahrg., 2. und 3. H., p. 397—402.

1906 Die vermeintliche «Gewölbeumbiegung des Nordflügels der Glarner Doppelfalte», südl. vom Klausenpass, eine Selbstkorrektur. Geol. Nachlese Nr. 18. 2 Taf. V. Natf. G. Z., 51. Jahrg., 2. und 3. H., p. 403—431.

1906 Deutung der nördl. Lappen des Tessinermassivs. Verh. S. N. G. 89. Vers. St. Gallen, p. 60—61; Arch. G. 4e pér., t. 22, p. 348—349.

1906 «Säntisgebirge» im IV. Bd. des Geograph. Lexikons der Schweiz. p. 311—316 und 317—318, mit 18 Abbildg. (Neuenburg, Gebr. Attinger).

1907 Gneissmassiv des Tessin. (Ref.). Eclogae, vol. IX, Nr. 3. p. 394—395.

1908 Der Bau der Schweizeralpen. 2 Taf. und 9 Fig., 26 pp. Neujahrsbl. CX der Natf. Ges. in Zürich auf das Jahr 1908, Zürich, Faesi u. Beer. Auszüge davon auch in: Verh. der Ges. deutsch. Naturf. und Aerzte. (Köln) 1908; «Himmel und Erde» (Leipzig), Bd. XXI, H. 4, p. 145—206; «Die Umschau» (Frankfurt a. M.), Jahrg. XII, Nr. 40, p. 788—793.

1908 Nochmals über Tunnelbau und Gebirgsdruck und über die Gesteinsumformung bei der Gebirgsbildung. Geol. Nachlese Nr. 19. V. Natf. G. Z., 53. Jahrg., 1., 2. und 3. H., p. 33—73.

1908 Beweist der Einbruch im Lötschbergtunnel glaziale Uebertiefung des Gasterentales? Geol. Nachlese Nr. 20. 1 Fig. V. Natf. G. Z., 53. Jahrg., 4. H., p. 471—480.

1909 Nachschrift [betr. Grubenplan Dürnten] in: Bodenburg-Hellmund. Die Drumlin-Landschaft zwischen Pfäffiker- und Greifensee, V. Natf. G. Z., 54. Jahrg., 1. und 2. H., p. 209.

1909 Einige Gedanken über Schichtung. Geol. Nachlese Nr. 21. V. Natf. G. Z., 54. Jahrg., 3. und 4. H., p. 330—342; Eclogae, vol. X, Nr. 6, p. 739—740; Arch. G. 4e pér., t. 28, p. 468—469.

1910 Begutachtung der Schäflistiftungs-Preisarbeit 1910: «Revision der Stratigraphie und der Tektonik der subalpinen Molasse» (Verf. Dr. L. Rollier). Verh. S. N. G., 93. Vers. Basel, Bd. 2, p. 54—58.

1910 Discussion sur l'Erosion glaciaire. Compte-Rendus du Congrès géol. internat., 11me session à Stockholm 1910, p. 484—487.

1911 Beobachtungen aus der Wurzelregion der Glarnerfalten (helvet. Decken). 4 Fig. Beiträge z. geol. Karte der Schweiz, n. F. 31. Lfg. p. 49—56 (Sammelband).

1912 Erinnerungsblatt an die «Geological Excursion in the North-West-Highlands of Scotland» (Sept. 1912). Dankesrede mit Porträts von Peach und Horne. 4 pp. 8⁰. Selbstverlag.

1913 Aus der Geologie des schweiz. Mittellandes. (Ref.). V. Natf. G. Z., 58. Jahrg., 3. und 4. H., p. XXV.

1913 Eingabe an den hohen Bundesrat betr. Erstellung einer Karte des gesamten schweiz. Alpengebietes in 1 : 25 000. 30. Sept., im Auftrag der geol. Kommiss. der S. N. G., unterstützt von vielen Corporationen.

1914 Der Uto. 12 Fig. Jahrb. XLIX, S. A. C., 1913/14, p. 197—213.

1915 Die horizontalen Transversalverschiebungen im Juragebirge. Geol. Nachlese Nr. 22. V. Natf. G. Z., 60. Jahrg., 3. und 4. H., p. 597—610.

1915 Gedanken zur Entstehung der Hauterivientaschen im Valangienkalke am Bielersee. Geol. Nachlese Nr. 23. V. Natf. G. Z., 60. Jahrg., 3. und 4. H., p. 611—620.

1915 Die Gletscherkommission. In: Jahrhundertfeier der Schweiz. Naturf. Ges. Neue Denkschr. der S. N. G., Bd. L., p. 171—180.

1915 Vermehrtes Licht in der Juraforschung. 1 Fig. Verh. S. N. G. 97. Vers. Genf, 2. Teil, p. 27—44.

1916 Geologisches über das Bergsteigen. 8 Fig. In: Ratgeber für Bergsteiger, herausgeg. von der Sektion Uto des S. A. C. (Orell-Füssli. Zürich), 1. Bd., p. 182—206.

1916 Die Schwereabweichungen der Schweiz in ihrem Verhältnis zum geolog. Bau. Geol. Nachlese Nr. 24. 3 Fig., 1 Taf. V. Natf. G. Z., 61. Jahrg., 1. und 2. H., p. 93—102.

1916 Die Juramulde im Aarmassiv bei Fernigen (Uri). Geol. Nachlese Nr. 25 von . . . . und Arnold Heim. 4 Taf., 3 Textfig. V. Natf. G. Z., 61. Jahrg., 3. und 4. H., p. 503—531.

1916 Vorwort zu: «Vermessungen am Rhonegletscher» 1874—1915, geleitet und herausgeg. von der Gletscherkommiss. der S. N. G., p. 17—23. Neue Denkschr. der S. N. G., Bd. LII.

1916 Begleitworte zur Vorlage des Rhonegletscherbandes. Verh. S. N. G. 98. Vers. Schuls, 2. Teil, p. 87—89.

1916 Zur Witterung 1916. Zentralbl. f. Jagd- und Hunde-Liebhaber (Zürich), XXXII. Jahrg., Nr. 20, p 202.

1917 Der Kontakt von Gneiss und Mesozoikum am Nordrand des Aarmassivs bei Erstfeld. Geol. Nachlese Nr. 26. Von . . . . und Arnold Heim. 2 Taf., 10 Fig. V. Natf. G. Z. 62. Jahrg. (Festschrift), 1. und 2. H., p. 423—451.

1917 Die Kohlen der Schweiz. (Ref. über Vortrag in der Geograph. Ges. in Zürich). N. Z. Z. Nr. 2205 vom 23. Nov.

1918 Das Gewicht der Berge. (Ref.). V. Natf. G. Z., 63. Jahrg., 3. und 4. H., p. XXXV—XXXVI.

1919 Das Gewicht der Berge. 6 Fig. Jahrb. LIV. S. A. C. 1919 (im Druck).

4. Publikationen betreffend Erdbeben.

1877 Das ostschweizer. Erdbeben vom 2. Mai 1877 (Bericht, den Einsendern von Beobachtungen abgestattet). 16 pp. 8⁰. Selbstverlag.

1879 Die Erdbeben und deren Beobachtung. (Auf Veranlassung der Erdbeben-Kommiss. der S. N. G.) 31 pp. 12⁰. Zürich.

1879 Ueber die Untersuchung der Erdbeben und deren bisherige Resultate. V. Natf. G. Z., 24. Jahrg., 2. und 3. H., p. 310—316.

1879 Circulaire pour l'étude des tremblements de terre. Bull. de la Soc. d. Sc. nat. à Neuchâtel, t. 12, p. 13—15.

1879 Das Verhältnis der Erdbeben zu den Gebirgen. Festber. d. S. A. C. Jahresvers. Genf 1879. p. 164—171.

1880 Les tremblements de terre et leur étude scientifique. Notice rédigée à la demande de la commiss. d'étude des tremblements de terre de la Soc. helv. d. Sc. nat. Traduit par F. A. Forel. 30 pp. 8⁰. Zürich, Zürcher & Furrer.

1881 Das schweizerische Erdbeben vom November 1879 bis Ende 1880. Nach den von der schweiz. Erdbebenkommiss. gesammelten Berichten zusammengestellt. 1 Taf. 23 pp. 4⁰. Jahrb. des tellurischen Observatoriums in Bern, Jahrg. 1881.

1882 Ueber die Erdbeben der zwei letzten Jahre in der Schweiz. Verh. S. N. G. 65. Vers. Linthal, p. 23; Arch. G. 3e pér., t. 8, p. 381—387.

1882 Die schweizer. Erdbeben im Jahre 1881. Nach den von der schweiz. Erdbebenkommiss. gesammelten Berichten zusammengestellt, ergänzt durch ein Verzeichnis der oberitalienischen Stösse im gleichen Zeitraum. 25 pp. 4⁰. Jahrb. des tellurischen Observat. in Bern, Jahrg. 1882.

1887 Zur Prophezeiung der Erdbeben. V. Natf. G. Z., 32. Jahrg., 2. und 3. H., p. 129—148.

1887 Zur Erdbebenfrage. N. Z. Z. Nr. 82, 83 und 84. März.

1888 Notizen über die schweiz. Erdbeben unseres Jahrzehntes. N. Z. Z., Nr. 60 und 61. Februar.

1909 Einiges über den Stand der Erdbebenforschung. Vortrag, geh. in Zermatt den 2. Sept. 1909 an der Sitzung der internat. Erdbebenkommission. 5 pp. 4⁰.

5. Geotechnische Arbeiten, Gutachten.

Die grosse Mehrzahl der geologisch-technischen Gutachten von Prof. Alb. Heim sind nicht gedruckt worden. Die wenigen, die gedruckt wurden, sind leider z. T. nicht mehr auffindbar. Das nachfolgende Verzeichnis ist deshalb sehr spärlich ausgefallen.

1875 Mitteilung über die Untersuchungen betr. das Grundwasser im Gebiete von Neumünster und den angrenzenden Stadtteilen. V. Natf. G. Z., 20. Jahrg., 4. H., p. 486—487.

1876 Expertengutachten über die in Horgen vorgekommenen Rutschungen von . . .. Culmann, G. Gränicher, W. Hellwag und Fr. Lang. (13. Febr.). mit 3 Taf. In: Bericht und Expertengutachten über die im Febr. und Sept. 1875 in Horgen vorgekommenen Rutschungen, p. 7—20. (gross 4⁰). Druck Zürcher & Furrer, Zürich.

1876 Die Wasserverheerungen und die Mittel zur dauernden Abhülfe. N. Z. Z. Nr. 321, 323, 325, 327 und 328 vom Juni.

1877 Die Tösskorrektion. N. Z. Z. Nr. 302 und 314.

1878 Expertenbericht über das Wasserversorgungsprojekt an den Gemeinderat von Glarus, ... mit A. Bürkli-Ziegler, Ing. und Weinmann, Ing., 24 pp. 4⁰. Glarus, Fr. Schmid.

1880 Expertenbericht über die Kohlengruben und Cementwerke des Staates Zürich in Käpfnach. 18 pp. 8⁰. Beilage II zu: Bericht des Regierungsrates über das Postulat des h. Kantonsrates betr. die Verhältnisse des Bergwerkes Käpfnach vom 30. Juli. Kanzlei des Regierungsrates.

1880 Die «druckhafte Stelle» im Gotthardtunnel. V. Natf. G. Z., 25. Jahrg., 4. H., p. 419—421.

1881 Gutachten über den am 11. Sept. 1881 stattgefundenen Bergsturz bei Elm (2. Okt.). 1 Taf. 14 pp. 4⁰. Glarus, Fr. Schmid.

1881 Die Beschiessung des Risikopfes oberhalb Elm. N. Z. Z. Nr. 331.

1881 Der Risikopf oberhalb Elm. N. Z. Z. Nr. 348 und 349.

1882 Geolog. Expertenuntersuchungen über das Projekt eines Mont-Blanc-Tunnels. V. Natf. G. Z. 27. Jahrg., 1. H., p. 106—111.

1883 Etude géol. sur le nouveau projet de tunnel coudé au travers du Simplon. Rapport d'expertise d'août 1882 de . . ., Ch. Lory, T. Taramelli et E. Renevier. 4 planches. Bull. Soc. Vaud. Sc. nat., vol. XIX, Nr. 89, p. 1—27.

1883 Amélioration des conditions de la source, avec 1 croquis. In: Rapport d'expertise sur les eaux thermales de Lavey, adressé au Département de l'Intérieur du Ct. de Vaud par E. Renevier, F. A. Forel. . . ., E. Stockalper, D. Colladon, p. 29—40 (4°). Lausanne, Imprimerie Howard, Guilloud & Cie.

1884 Bericht über die Beobachtungen an der Fläschlochquelle im Hinter-Wäggital und in deren Sammelgebiet (28. Aug.). In: Expertengutachten betr. versch. in Untersuchung gezogene Quellwasser, erstattet der erweiterten Wasserkommiss. der Stadt Zürich als Auftraggeber, p. 5—20. (8°). Zürich, Ulrich & Cie.

1884 Zur Wasserversorgung von Zürich. (Rechtfertigung von Bertschinger, Cramer, ... und Lunge). N. Z. Z. Nr. 333 vom 22. Nov.

1885 Die Wasserversorgung von Zürich und Ausgemeinden. Entgegnung der erweiterten Wasserkommiss. (C. Cramer, ..., G. Lunge, H. v. Wyss) auf die Angriffe von Herrn Prof. Klebs, zu Handen des Stadtrates von Zürich. 86 pp. 8°. Zürich, Orell Füssli.

1886 Rapport d'expertise à l'assemblée générale extraordinaire des actionnaires de la Société des Eaux des Avants. Vevey, «Soc. d. Eaux d. Avants».

1887 Gutachten des eidg. Experten . . . über die geol. Beschaffenheit des Bannwaldgehänges ob Altdorf mit Rücksicht auf mögliche Berg- und Felsabsturzgefahren. 4. Jan. 1 Ansicht. 10 pp. 4°. Verlag beim kant. Forstamt in Altdorf.

1887 Gutachten über Wasserfassung zu einer Wasserversorgung von Männedorf. 4 pp. 8°. In: Bericht der Kommis. für Wasservers. an die Einwohner von Männedorf. Druck in Männedorf.

1887 Mitteilg. über die Wasserfassung für die Wasserversorgung von Frauenfeld. Verh. S. N. G., 70 Vers., Frauenfeld, p. 50 (Ber. der geol. Sektion). Arch. G. 3e pér., t. 18, p. 360.

1887 Zur Katastrophe in Zug. N. Z. Z. Nr. 191 und 192.

1888 Die Katastrophe von Zug am 5. Juli 1887. Gutachten der Experten . . . ., R. Moser und A. Bürkli-Ziegler. 5 Taf. 60 pp. 8°. Herausgeg. auf Veranlassung der Behörden von Zug. Zürich, Hofer & Burger.

1888 Geolog. Gutachten über die Quellen der Rötzmatt und Gutachten über die neue Wasserversorgung für die Stadt Olten von . . . ., E. Greppin und F. Mühlberg. In: Bericht und Anträge des Gemeinderates in der Wasserversorgungsfrage der Stadt Olten, p. 22—28 u. p. 41—51 (4°). Olten, Buchdr. Michel.

1890 Geolog. Gutachten [über die Splügenbahn]. 24 pp. folio. In: Projekt für eine normalspurige Alpenbahn von Chiavenna nach Chur von R. Moser. Zürich, Zürcher & Furrer.

1890 Die Rutschung an der Südostbahn zwischen Sattel und Steinerberg bei Km. 16,5. 3 Karten. 16 pp. 8°. Zürich, Orell Füssli.

1891 Gutachten der Herren . . . . und F. Hennings über die Gesamtanlage und Ausführung der neuen Linien Pfäffikon-Samstagern und Biberbrücke-Goldau, an den Verwaltungsrat der Schweiz. Südostbahn. 1 Taf., 7. Fig. 22 pp. 4°. Druck: Orell Füssli, Zürich.

1896 Gutachten betr. Löntschbord-Quellen (mit graph. Beilage), 4. Febr. 7 pp. klein 4°. Buchdruckerei Glarus.

1896 Gutachten betr. den Uetliberg. 29. Nov., erstattet an Architekt Stadler, Neuenhof, Zürich. 3 pp. 4°.

1897 Gutachten über Lammbach und Schwandenbach und deren Verbauung. An das schweiz. Departement des Innern in Bern. 2. Mai. 1 Prof. und 1 Karte. 18 pp. 8°.

1898 Geolog. Gutachten über das Projekt «Rheinlinie» der Bündner-Oberländer-Bahn, erstattet an das Tit. «Oberländer-Eisenbahnkomitee». 15 pp. 8°. Zürich, Zürcher & Furrer.

1900 Geolog. Gutachten betr. Rickenbahn. 9. Mai. 7 pp. 4°. Zürich, Jean Frey.

1903 Einige Beobachtungen betr. «Wünschelrute». Geol. Nachlese Nr. 13. V. Natf. G. Z., 48. Jahrg., 3. und 4. H., p. 287—306.

1903 Brief an Dr. Otto Witt [Ueber die Wünschelrute]. «Prometheus» (Berlin), XIV. Jahrg., Nr. 702, p. 414—415.

1904 Geolog. Begutachtung der Greinabahn (Projekt Moser), gerichtet an Staatsrat Battaglini, Bellinzona, für sich und zu Handen des Komitees für die Greinabahn. 1 Taf. = geol. und thermisches Tunnelprofil. 14 pp. folio. Nicht verlegt. Siehe auch V. Natf. G. Z., 51. Jahrg., 2. und 3. H., p. 378—396.

1904 Ueber die geolog. Voraussicht beim Simplontunnel. Antwort auf die Angriffe des Herrn Nationalrat E. Sulzer-Ziegler. Im Auftrag der geol. Simplonkommiss. Eclogae, vol. VIII, Nr. 4, p. 365—384.

1905 Geolog. Voraussicht bei technischen Arbeiten. «Die Umschau» (Frankfurt a. M.), Jahrg. IX, Nr. 9, p. 161—165.

1905 Einige Beobachtungen betr. die «Wünschelrute». Schilling's Journal f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung (München), Jahrg. XLVIII, Nr. 50, p. 1091—1096 (gross 4°).

1905 Ostalpenbahn. Projekt für eine normalspurige Bahn von Biasca nach Chur. Von Robert Moser und . . . . . Herausgeg. von der Regierung des Kt. Tessin. Juni 1905. 2 Taf. 60 pp. 4°. Zürich, Berichthaus.

1906 Geolog. Begutachtung der Greinabahn, Projekt des Herrn Obering. Dr. R. Moser. Geol. Nachlese Nr. 16. 1 Taf. V. Natf. G. Z., 51. Jahrg., 2. und 3. H., p 378—396.

1906 Ueber die Verbauungen am Flibach. 1 Abbildg. Schweiz. Bauzeitung (Zürich), Bd. XLVIII, Nr. 21, p. 251—253.

1908 Zu Schmidt's Simplongeologie. Eclogae, vol. X, Nr. 1, p. 195—199.

1908 Letzte Bemerkungen zur «Simplongeologie». Eclogae, vol. X. Nr. 4, p. 504—506.

1908 Einiges aus der Tunnelgeologie. Auszug aus Vortrag geh. in der Sitzung der Geol. Ges. Wien am 22. März. Mitt. der Geol. Ges. in Wien (Wien), Bd. III, p. 151—158.

1910 Bericht und Gutachten an das Baudepartement des Kantons Luzern über die Abrutschungen im Sörenberggebiete vom Mai-Juni 1910. 1 Taf. 12 pp. 8⁰. Luzern, Räber & Cie.

1910 Die Silsersee-Wasserwerkanlage. Gutachten, erstattet im Juni 1910 an das Bau- und Forstdepartement des Kantons Graubünden durch die Experten . . . ., G. J. Cardinaux, J. Epper, J. Lüchinger und H. Peter. 9 Taf. 40 pp. 8⁰. Chur, V. Sprecher.

1911 Zur Frage des Tunnelbaus. [Betrifft Hauenstein-Basistunnel, Greina und Splügen]. N. Z. Z. Nr. 331 vom 29. Nov.

1912 Geolog. Gutachten zu den Stauwerken an der Grimsel und am Gelmersee, 6. Okt., erstattet von . . . . und Dr. Ed. Gerber, Bern. 1 Fig. In: Schweiz. Wasserwirtschaft (Zürich), V. Jahrg. Nr. 6, p. 85—89 und Nr. 7, p. 97—100.

1912 Zur Frage der Gebirgs- und Gesteinsfestigkeit. Schweiz. Bauzeitung (Zürich), Bd. LIX, Nr. 8, p. 107—108.

1913 Schweizer Geologen im Ausland. N. Z. Z. Nr. 78 vom 19. März.

1914 Die Trinkwasserverhältnisse auf d. Rigi. N. Z. Z., Nr. 426, v. 21. März.

6. Andere naturwissenschaftliche Publikationen.

1867 Uebergang vom Val Gliems auf den Puntaiglasgletscher und Ersteigung der Lücke zwischen Bifertenstock und Bündner Tödi. Mit 1 Abb. Jahrb. III, S. A. C., 1866/67, p. 161—170.

1868 Ein Gewitter im Gebirge (Mythengipfel). Jahrb. IV, S. A. C., 1867/68, p. 519—534.

1869 Lichterscheinungen der Athmosphäre im Gebirge. Jahrb. V, S. A. C., 1868/69, p. 512—539.

1871 Ueber den Sicherheitscoefficienten des Knochengerüstes. (Ref.). V. Natf. G. Z., 16. Jahrg., 2. H., p. 146—147.

1873 Töne der Wasserfälle. Verh. S. N. G., 56. Vers. Schaffhausen, p. 209 bis 214.

1879 Ueber Nebelbilder. 1 Taf. Jahrb. XIV, S. A. C., 1878/79, p. 406—422.

1881 Ueber Nebelbilder. Jahrb. XVI, S. A. C., 1880/81, p. 528—529.

1892 Notizen über den Tod durch Absturz. Jahrb. XXVII, S. A. C., 1891/92, p. 327—337.

1894 Sehen und Zeichnen. Rathausvortrag vom 1. Febr. 30 pp. 8⁰. Basel, Benno Schwabe. Ins Schwedische übers. in «Skolan» (Stockholm) 1901.

1897 Die Fahrt des Ballons «Urania» am 25. Juni 1897 von Winterthur nach Bischofszell. N. Z. Z. Nr. 186 vom 7. Juli und Nr. 187 v. 8. Juli.

1899 Die Fahrt der «Wega» über Alpen und Jura am 3. Okt. 1898. Von . . . ., J. Maurer und E. Spelterini. Mit Profil, Karten und Lichtdruckbildern. 125 pp. 8⁰. Basel, Benno Schwabe.

1900 Das Geschlechtsleben des Menschen vom Standpunkte der natürlichen Entwicklungsgesch. Vortrag, gehalten für die studierende Jugend. 33 pp. 8⁰. Aufl. I—IV. Zürich, Alb. Müller. In holländischer Uebersetzung von G. van Brakel, Haarlem, Boissevain & Co., 1917.

1907 Nebensonnen und Ringe vom 10. Febr. 1907, gesehen in der Nordostschweiz. 2 Fig. V. Natf. G. Z., 52. Jahrg., 1. und 2. H., p. 232—242.

1912 Luftfarben. 6 schwarze Textbilder und 19 Farbbilder. 93 pp. 8°. Zürich, Hofer & Cie. Auszug (französ.) in Arch. G. 4e pér., t. 35. Nr. 2, 1913, p. 173—183.

1917 Vaterländische Naturforschung, mit Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die heutigen Zeitverhältnisse. Vortrag, gehalten im Auftrag des CC. der S. N. G. vor Vertretern der Bundesvers. am 24. Sept. in Bern. 35 pp. 8°. Bern, Francke.

1918 Zur Frage einer Schweizer. Akademie der Wissenschaften. N. Z. Z. Nr. 1552 vom 25. November.

7. Kynologie.

1889 Einiges über den Bau des Hinterbeines beim Hunde. Zentralbl. für Jagd- und Hunde-Liebhaber (Zürich), V. Jahrg., Nr. 21 und 22.

1889 Die Verwendung zum Ziehen ist dem Hunde zuträglich. Zentralbl. für Jagd- und Hunde-Liebhaber (Zürich), V. Jahrg., Nr. 4, p. 29—30.

1893 Zur internat. Hundeausstellung der schweizer. kynolog. Gesellsch., N. Z. Z., 1. Beilage zu Nr. 134 vom 14. Mai 1893.

1894 Zur internat. Hundeaustellung im Sihlhölzli. N. Z. Z. Nr. 183 vom 4. Juli und Nr. 184 vom 5. Juli.

1895 Ueber die Verwendung des Hundes zum Ziehen. Zentralbl. für Jagd- und Hunde-Liebhaber (Zürich), XI. Jahrg., Nr. 6.

1895 Die Zughunde an der internat. Hundeausstellung in Dresden. Zentralbl. für Jagd- und Hunde-Liebhaber (Zürich). XI. Jahrg., Nr. 13 und 14.

1897 Ständiger Hundebann in Sicht! N. Z. Z. Nr. 27 vom 27. Jan.

1908 Richterbericht über die Zughundprüfung in Langenthal. Zentralbl. für Jagd- und Hunde-Liebhaber (Zürich), XXIV. Jahrg., Nr. 41. p. 481—484.

1908 Eingeboren, rasserein und doch gross gezüchtet. Zentralbl. für Jagd- und Hunde-Liebhaber (Zürich), XXIV. Jahrg., Nr. 44, p. 518—519.

1913 Ueber das Ziehen des Hundes (mit 2 Bildern). Hundesport und Jagd (Becker, Gehren in Thüringen), 28. Jahrg., H. 27, p. 583—586.

1913 Der Zughund. N. Z. Z. Nr. 50 vom 19. Febr.

1913 Richterbericht über die Zughundprüfung in Langenthal am 4. Mai 1913, mit Dr. A. Scheidegger (mit 2 Bildern). Zentralbl. für Jagd- und Hunde-Liebhaber (Zürich). XXIX. Jahrg., Nr. 22. p. 256—259

1914 Hundeausstellungen in München und Bern. N. Z. Z. Nr. 737 vom 14. Mai.

1914 Die Schweizer Sennenhunde (mit 18 Fig. und 1 farb. Tafel). 59 pp. 8°. Zürich, Albert Müller.

1915 Die Hunde in Zürich. N. Z. Z. Nr. 952 vom 24. Juli.

1916 Einige Erfahrungen aus der Wasserdressur des Neufundländers Zentralbl. für Jagd- und Hunde-Liebhaber (Zürich), XXXII. Jahrg., Nr. 16 p. 168—170, Nr. 17 p. 179—181, Nr. 18 p. 190—191. Sportbl. für Züchter und Liebhaber von Rassehunden (Frankfurt a. M.). XVII. Jahrg., Nr. 36/37, p. 376—380.

1916 Einige Worte über das Ziehen des Hundes. Brugger Tagblatt (Brugg). Nr. 122 vom 25. Mai.

1916 Zur Wiederzulassung des Hundes als Zugtier im Aargau. N. Z. Z. Nr. 877 vom 2. Juni.

1880—1918 Zahlreiche Richterberichte über Ausstellungen (Neufundländer-, Schweizer Sennenhunde und andere) in Fachblättern, besonders im «Zentralbl für Jagd- und Hunde-Liebhaber» Zürich, bei Albert Müller.

8. Feuerbestattung.

1874 Expertenbericht über Leichenverbrennungen. Alpenpost (Zürich). Bd. VII, p. 70—71.

1889 Rede, gehalten bei der Einweihung des ersten Zürcher Krematoriums am 15. Juni. N. Z. Z. vom 21. und 22. Juni.

1889 Ueber die Methoden der Feuerbestattung und die Einrichtungen des Krematoriums in Zürich. Schweiz. Blätter für Gesundheitspflege (Zürich) n. F., Jahrg. 1889, Nr. 4 p. 45—48, Nr. 5. p. 57—61.

1913 Giebelinschriften gelegentl. der neuen Zürcher Feuerbestattungsanlage, mit 3 Bildern. Phönix (Wien), XXVI. Jahrg. 1913. Nr. 9. p. 351—358.

1915 Geschichte der Feuerbestattung in Zürich. In: Denkschr. über die Feuerbestattung in Zürich 1874—1915, herausgegeben vom Stadtrat Zürich bei Anlass der Eröffnung des neuen Krematoriums (Zürich. Fretz), p. 1—28.

1915 Rede zur Einweihung des neuen Krematoriums in Zürich am 12. März 1915. Zürcher Wochenchronik (Zürich), XVII. Bd., Nr. 12, p. 119 bis 120.

1916 Die Feuerbestattung im Lichte der Biologie. N. Z. Z. Nr. 118 vom 12. Juli.

9. Biographien, Reden, etc.

1872 Worte am Grabe von Arnold Escher v. d. Linth. Alpenpost (Glarus). Bd. III, Nr. 4, p. 42—44.

1873 Prof. Dr. Arnold Escher v. d. Linth. Verh. S. N. G., 56. Vers. Schaffhausen, p. 362—367.

1879 Kritischer Blick auf die alpinen Landschaftsgemälde der schweiz. Kunstausstellung in der Tonhalle in Zürich 1879. Neue Alpenpost (Zürich), Bd. IX. Nr 22, p. 174—175, Nr. 23, p. 181—183. Nr. 24. p. 190—191, Nr. 25, p. 199 (Nachtrag).

1883 Zur Tier-Bildhauerei. Züricher Post (Zürich), Nr. 225 und 226. 1883.

1887 Dr. Alexander Wettstein. Verunglückt durch Sturz an der Jungfrau den 15. oder 16. Juli 1887. V. Natf. G. Z., 32. Jahrg., 2. u. 3. H., p. 227—233.

1893 Rede gehalten bei der Trauerfeierlichkeit von Dr. J. Rudolf Wolf in der Predigerkirche Zürich, 9. Dez. 1893. 4 pp. 8⁰. Druck von Zürcher u. Furrer, Zürich, 1894.

1896 Heinrich Albrecht, geolog. Quellentechniker, gest. in Bülach den 1. März 1896. N. Z. Z. Nr. 72 vom 12. März und Nr. 73 vom 13. März.

1896 Erinnerungen an Arnold Escher v. d. Linth. Verh. S. N. G. 79. Vers. Zürich, p. 1—26.

1899 Worte gesprochen am Kommers, der zur Feier s. 25jährigen Professorenamtes von den Studierenden des Eidg. Polyt. veranstaltet worden ist. Tonhallepavillon Zürich, 11. Juni 1899. 8 pp. 8⁰. Als Flugblatt gedruckt.

1899 Trauerrede bei der Cremation meiner Mutter. 22. Aug. 1899. 3 pp. 8⁰. Selbstverlag.

1901 Anna Susanna Fries, kurze Biographie mit Porträt. Zürcher Wochenchronik (Zürich), Bd. III, Nr. 29, p. 230—231 (4⁰).

1903 Dankesrede an die Mitglieder der Gründungskommiss. der Witwen- und Waisenkasse der Lehrerschaft des Eidg. Polyt., 3. März 1903. 6 pp. 8⁰. Gedenkblatt der Lehrerschaft des Eidg. Polyt. vom 12. Mai.

1907 Dr. Karl Mayer-Eymar 1826—1907, ... und L. Rollier. Mit Porträt. Verh. S. N. G., 90. Vers. Freiburg, 2. Teil in «Nekrologe» p. XL—XLIX.

1908 «Predigt des Einsiedlers Albertus in der Wildkirchlihöhle», gehalten zum Empfang der Schweiz. Ges. f. Urgeschichte und ihrer Gäste den 31. Mai 1908. 2½ pp. 4⁰. Als Manuskript gedruckt.

1910 Xaver Imfeld, Ingenieur-Topograph. Mit Porträt. Jahrb. XLV, S. A. C., 1909/10, p. 185—204.

1910 Rede beim Begräbnis des Herrn Heinr. Peter. Zentralbl. f. Jagd- und Hunde-Liebhaber (Zürich), XXVI. Jahrg., Nr. 19, p. 215—216.

1911 Mein Schlusswort nach Beendigung der letzten Vorlesung über «Geolog. der Schweiz», Mittwoch, den 19. Juni 1911, abends 5 Uhr im geschmückten Auditorium 6 d. 2 pp. 8⁰. Als Flugblatt gedruckt.

1911 Worte gesprochen beim Fackelzug, 19. Juni 1911 abends, vom Balkon Hottingerstr. 25. 2 pp. 8⁰. Als Flugblatt gedruckt.

1914 Prof. Dr. Armin Baltzer, 1842—1913. Von . . . . und E. Hugi. Mit Porträt. Verh. S. N. G. Aarau 1914, 1. Teil in «Nekrologe», p. 82—93.

1915 Ansprache an der Trauerversammlung bei der Feuerbestattung von Prof. Dr. F. Mühlberg, Mai 1915. In: «Zur Erinnerung an Dr. F. Mühlberg 1840—1915» (Selbstverl. der Familie), p. 5—12, 8⁰.

1915 Ansprache bei der Einweihung des Denkmals für F. A. Forel in Morges, 15. Sept. 1915. Verh. S. N. G., 97. Vers. Genf, 1. Teil, p. 217—219.

1915 Ansprache bei der Beerdigung von Bernhard Staub in der Kirche von Zollikon. Zentralbl. f. Jagd- und Hunde-Liebhaber (Zürich), XXXI. Jahrg., Nr. 2, p. 11—12.

1916 Eine Ausstellung (Dämmerungserscheinungen etc. von Maler Buchstätter im Pestalozzianum Zürich). N. Z. Z. Nr. 1424 vom 9. Sept.

1917 Gedichte: 1. Fählensee. 2. Saxifraga. 3. Bergansicht. 4. November im Gebirge. 5. Der Wettertanne Abschied. In: «Die Schweiz». (Zürich), Jahrg. XXI, Nr. 7, p. 395.

1917 Dr. med. Marie Heim-Vögtlin, 1845—1916. Mit Porträt. Verh. S. N. G., 99. Vers., Zürich, in «Nekrologe» p. 26—27.

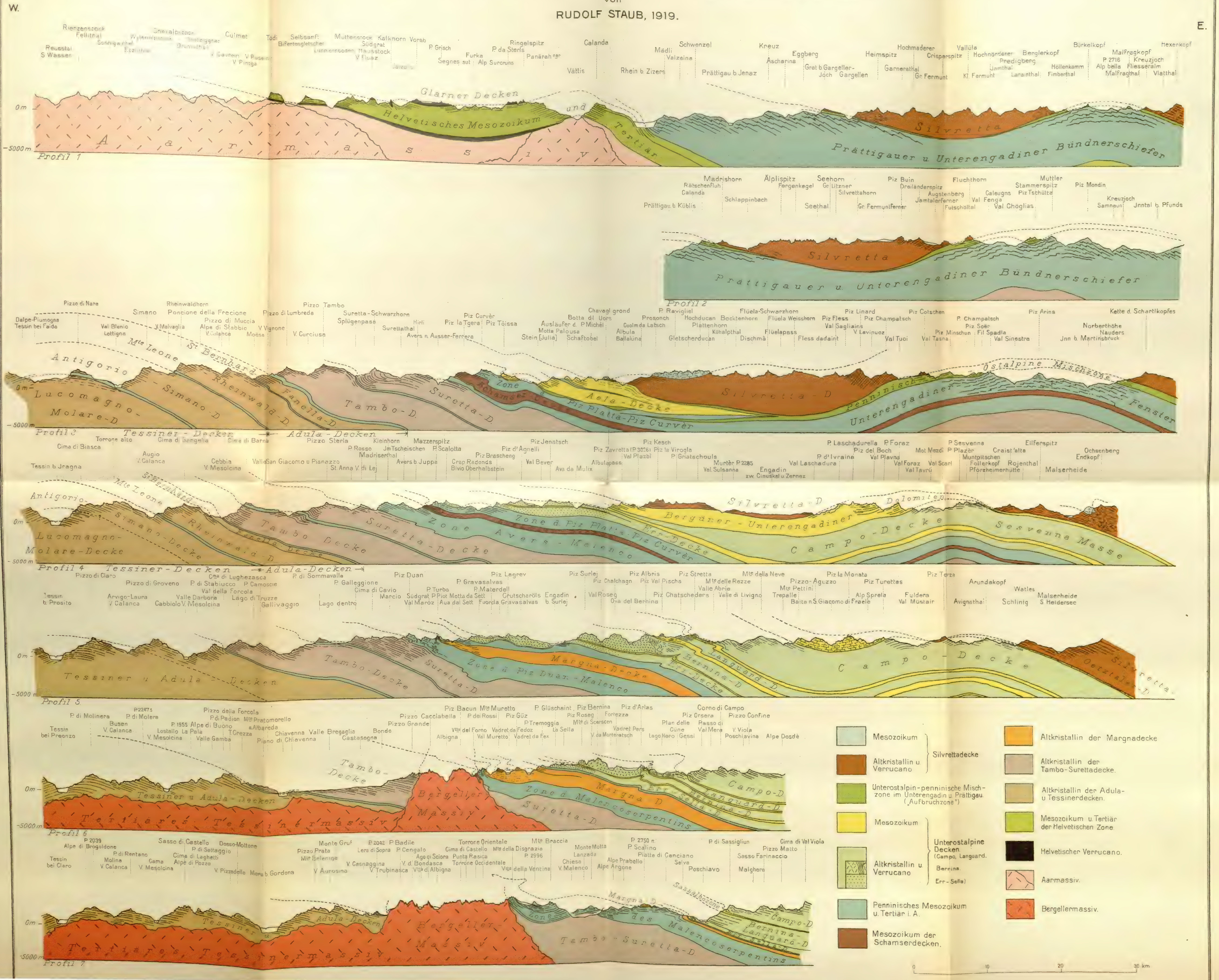
1917 Vaterländische Ansprache an der Jahresvers. der S. N. G. (am 10. Sept. 1917 beim Tonhallebankett in Zürich). N. Z. Z. Nr. 1755 vom 23. Sept.

Alice Böhi.

TEKTONISCHE LÄNGSPROFILE DURCH GRAUBÜNDEN

von

RUDOLF STAUB, 1919.



W.
E.
Rienzenstock
Fellithal
Reusstal
S Wasser
Culmet
Tödi
Selbsanft
Bifertengletscher
Muttenstock
Kalkhorn
Vorab
Südgrat
Hausstock
V. Pinsga
P. Grisch
Furka
Segnes sut
Alp Surcruns
Ringelspitz
P. da Sterls
Panärahorner
Calanda
Vättis
Mädli
Valzeina
Rhein b. Zizers
Schwenzel
Prättigau b. Jenaz
Kreuz
Ascharina
Eggberg
Grat b. Gargeller-Jöch
Gargellen
Heimspitz
Garneratthal
Hochmaderer
Crisperspitz
Gr. Fermunt
Vallüla
Hochnörderer
Kl. Fermunt
Berglerkopf
Predigberg
Jamthal
Larainthal
Bürkelkopf
Höllenkamm
Fimberthal
Hexenkopf
Malfragkopf
P. 2716
Kreuzjoch
Alp bella
Fliesseralm
Malfragthal
Vlatthal
Glarner Decken
Helvetisches Mesozoikum
und
Tertiär
Silvretta
Prättigauer u. Unterengadiner Bündnerschiefer
A a r m a s s i v
0m
-5000 m
Profil 1
Madrishorn
Rätschenfluh
Calanda
Prättigau b. Küblis
Schlappinbach
Äplispitz
Fergenkegel
Seethal
Seehorn
Gr. Litzner
Silvrettahorn
Gr. Fermuntferner
Piz Buin
Dreiländerspitz
Augstenberg
Jamtalerferner
Futschöltal
Fluchthorn
Caleugns
Val Fenga
Val Chöglias
Müttler
Stammerspitz
Piz Tschütta
Piz Mondin
Kreuzjoch
Samnaun
Jnntal b. Pfunds
Silvretta
Prättigauer u. Unterengadiner Bündnerschiefer
Profil 2
Pizzo di Nara
Dalpe-Piumogna
Tessin bei Faido
Simano
Val Blenio
Lottigna
V. Malvaglia
Rheinwaldhorn
Poncione della Frecione
Pizzo di Muccia
Alpe di Stabbio
V. Calanca
Pizzo di Lumbreda
Moësa
V. Vignone
V. Curciusa
Pizzo Tambo
Suretta-Schwarzhorn
Splügenpass
Surettathal
Hirli
Avers n. Ausser-Ferrera
Piz Curvèr
Piz la Tgera
Piz Tôissa
Chavagl grond
Botta dil Uors
Ausläufer d. P. Michel
Motta Palousa
Stein (Julia)
Schaftobel
Albula
Ballaluna
P. Raviglial
Prosonch
Cuolm da Latsch
Hochducan
Plattenhorn
Gletscherducan
Flüela-Schwarzhorn
Bocktenhorn
Flüela Weisshorn
Kühalpthal
Dischma
Flüelapass
Fless dadaint
Piz Linard
Piz Fless
Piz Champatsch
Val Sagliains
V. Lavinuoz
Val Tuoi
Piz Cotschen
Val Tasna
P. Champatsch
Piz Soër
Piz Minschun
Fil Spadla
Val Sinestra
Piz Arina
Jnn b. Martinsbruck
Kette d. Schartlkopfes
Norberthöhe
Nauders
Antigorio
Mte Leone
St Bernhard
Lucomagno-Molare-D
Simano-D
Rheinwald-D
Fanella-D
Tambo-D
Suretta-D
Zone
Schamser D.
Piz Platta-Piz Curvèr
Aela-Decke
Silvretta-D
Penninische
Unterengadiner
Fenster
Ostalpine Mischzone
Tessiner-Decken
Adula-Decken
Profil 3
Torrone alto
Cima di Biasca
Tessin b. Jragna
Augio
V. Calanca
Cima di Gangella
Cima di Barna
Cebbia
V. Mesolcina
Valle San Giacomo u. Pianazzo
Pizzo Sterla
P. Rosso
Madriserthal
Jm Tscheischen
St. Anna V. di Lei
Kleinhorn
Mazzerspitz
P. Scalotta
Avers b. Juppa
Piz Brascheng
Crap Redonds
Bivio Oberhalbstein
Piz d'Agnelli
Val Bever
Piz Jenatsch
Ava da Mulix
Piz Zavretta
Val Plazbi
Albulapass
Piz Kesch
Piz la Virogla
P. Griatschouls
Murtèr P. 2285
Val Sulsanna
Engadin zw. Cinuskel u. Zernez
Val Laschadura
P. Laschadurella
Piz del Boch
P. d'Ivraina
Val Plavna
P. Foraz
Val Foraz
Val Tavrü
Mot Mezdi
P. Sesvenna
P. Plazèr
Val Scarl
Muntpitschen
Foilerkopf
Pforzheimerhütte
Craist 'alta
Rojenthal
Eilferspitz
Ochsenberg
Endkopf
Malserheide
Antigorio
Mte Leone
St Bernhard
Lucomagno-Molare-Decke
Simano-Decke
Rheinwald-D
Tambo Decke
Suretta-Decke
Zone Avers - Malenco
Zone d. Piz Platta-Piz Curvèr
Err-Decke
Bergüner - Unterengadiner
Silvretta-D
Dolomiten
Campo-Decke
Sesvenna Masse
Tessiner-Decken
Adula-Decken
Profil 4
Pizzo di Claro
Pizzo di Groveno
Tessin b. Prosito
Arvigo-Laura
V. Calanca
Cma di Lughezasca
P. di Stabiucco
P. Camoscio
Valle Darbone
Val della Forcola
Cabbiolo V. Mesolcina
Lago di Truzze
Gallivaggio
P. di Sommavalla
P. Galleggione
Cima di Cavio
Marcio
Lago dentro
Piz Duan
Südgrat P. Piot
Val Maroz
P. Turba
Motta da Sett
Aua dal Sett
P. Gravasalvas
P. Materdell
Fuorcla Gravasalvas
Piz Lagrev
Grutscheröls
Engadin b. Surlej
Piz Surlej
Val Roseg
Piz Chalchagn
Piz Albris
Piz Val Pischa
Ova del Bernina
Piz Chatscheders
Piz Stretta
Mte delle Rezze
Valle Abriè
Valle di Livigno
Mte della Neve
Trepalle
Pizzo-Aguzzo
Mte Pettini
Baite n. S. Giacomo di Fraele
Piz la Monata
Piz Turettas
Alp Sprela
Fuldera
Val Müstair
Piz Terza
Avignathal
Arundakopf
Watles
Schlinig
Malserheide
S. Heidersee
Tessiner u. Adula-Decken
Tambo-Decke
Suretta-D
Zone d. Piz Duan-Malenco
Margna-Decke
Err-Decke
Bernina-D
Languard-D
Campo-Decke
Oetztaler-D
Silvretta
Profil 5
P. di Molinera
Tessin bei Preonzo
P. 2247
P. di Molera
Busen
V. Calanca
Lostallo
V. Mesolcina
P. 1955
Alpe di Buono
La Pala
Valle Gamba
Pizzo della Forcola
P. di Padion
Mte Pratomorello
T. Grezza
Albareda
Chiavenna
Piano di Chiavenna
Valle Bregaglia
Castasegna
Bondo
Pizzo Cacciabella
Pizzo Grande
Albigna
Piz Bacun
P. dei Rossi
Vre del Forno
Val Muretto
Mte Muretto
Piz Güz
Vadret da Fedoz
Vadret da Fex
P. Glüschaint
P. Tremoggia
La Sella
Piz Bernina
Piz Roseg
Mte di Scerscen
V. da Morteratsch
Fortezza
Vadret Pers
Piz d'Arlas
Plan delle Güne
Lago Nero
Gessi
Corno di Campo
Piz Ursera
Passo di Val Mera
V. Viola Poschiavina
Pizzo Confine
Alpe Dosdè
Tambo-Decke
Tessiner u. Adula-Decken
Tertiäres Tessinermassiv
Bergeller Massiv
Zone d. Malencoserpentins
Suretta-D
Margna-D
Err-Sella-D
Languard-D
Bernina
Campo-D
0m
-5000 m
Profil 6
P. 2039
Alpe di Brogoldone
Tessin bei Claro
P. di Rentano
Molina
V. Calanca
Gama
V. Mesolcina
Sasso di Castello
P. di Settaggio
Cima di Laghetti
Alpe di Pozzo
V. Pizzadello
Dosso-Mottone
Monte di Gordona
Monte Gruf
Pizzo Prata
Mte Belenigo
V. Aurosina
P. 2042
Lera di Sopra
V. Casnaggina
V. Trubinasca
P. Badile
P. Cengalo
Ago di Sciora
V. d. Bondasca
Vre di Albigna
Torrone Orientale
Cima di Castello
Punta Rasica
Torrone Occidentale
Mte della Disgrazia
P. 2996
Vre della Ventina
Mte Braccia
Monte Motta
Lanzada
Chiesa
V. Malenco
P. 2750
P. Scalino
Piatte di Canciano
Alpe Prabello
Alpe Argone
Selva
Poschiavo
P. di Sassiglion
Sasso Farinaccio
Malghera
Cima di Val Viola
Pizzo Matto
Tessiner
Adula-Decken
Tertiäres Tessinermassiv
Bergeller Massiv
Zone des Malencoserpentins
Tambo-Suretta-D
Margna-D
Sassalbo Zone
Campo-D
Bernina-Languard-D
Err-Sella-D
0m
-5000 m
Profil 7
▨ Mesozoikum
▨ Altkristallin u. Verrucano
Silvrettadecke
▨ Unterostalpin-penninische Mischzone im Unterengadin u. Prättigau. („Aufbruchzone")
▨ Mesozoikum
▨ Altkristallin u. Verrucano
Unterostalpine Decken (Campo, Languard, Bernina, Err-Sella)
▨ Penninisches Mesozoikum u. Tertiär i. A.
▨ Mesozoikum der Schamserdecken.
▨ Altkristallin der Margnadecke
▨ Altkristallin der Tambo-Surettadecke.
▨ Altkristallin der Adula- u. Tessinerdecken.
▨ Mesozoikum u. Tertiär der Helvetischen Zone
■ Helvetischer Verrucano.
▨ Aarmassiv.
▨ Bergellermassiv.
0
10
20
30 km

Studien über die geographische Verbreitung schweizerischer Arten und Formen des Genus Rubus.

Von

Dr. Robert Keller (Winterthur).

(Als Manuskript eingegangen am 3. März 1918).

4. Mitteilung.

Die Rubi vom Hackenberg bei Eschlikon.

Das Exkursionsgebiet ist der südlich von Eschlikon liegende zirka 3 km^2 umfassende bewaldete Höhenzug zwischen der Lützelmurg und Murg. Die nachfolgenden Mitteilungen stützen sich auf die Beobachtungen zweier Nachmittagsexkursionen vom 2. und 8. August 1915. Der grösste Teil der Ausbeute lag Sudre vor. In den nachfolgenden Zusammenstellungen folge ich Sudres Monographie.

R. Mercierii Genevier.

Östlicher Hackenberg ob Vogelsang (teste Sudre).

R. bifrons Vest.

Ob Balterswil — Ob Bernhardsriet.

× **R. inconstans** Sudre = R. bifrons × R. Lloydianus.

Ob Bernhardsriet.

R. procerus Ph. J. Müller.

var. β robustus (Ph. J. M.) Sudre.

Am Weg von Balterswil auf den Hackenberg hin und wieder.

var. γ obtusangulus (Gremli) Sudre.

Am Weg von Balterswil auf den Hackenberg hin und wieder.

var. debilis Robert Keller.

Turio obtusangulus, glaber; folia grosse et acute inaequaliter serrata, supra glabra; foliolum terminale subrotundo-ovatum, basi cordatum, apice sensim, denique abrupte acuminatum; inflorescentia laxe pilosa; pedunculi erecto-patuli; styli stamina paulo superantes; germina glabrescentia.

Östlicher Hackenberg (vis. Sudre).

R. thyrsoideus Wimmer.
ssp *R. phyllostachys* Ph. J. Müller.
Ob Bernhardsriet (det. Sudre).
ssp. *candicans* Weihe.
Ob Balterswil und auf dem Plateau hin und wieder.
R. tomentosus Borkhausen.
ssp. *R. Lloydianus* Genevier.
Am östlichen Hackenberg ob Bernhardsriet.
R. micans Godron.
ssp. *R. subcanus* Ph. J. Müller.
var. ζ piletoneurus Sudre.
Ob Balterswil (det. Sudre) — Diese Form war bisher nur aus dem Kt. Freiburg durch Jaquet bekannt.
R. foliosus Weihe.
ssp. *R. corymbosus* Ph. J. Müller.
var. β trichocarpus (Timeroy) Sudre.
Östlicher Hackenberg an einzelnen Stellen häufig (teste Sudre)
Nach Sudre (Monogr. p. 146) bisher nur von einem Standort aus dem Dép. du Rhône bekannt, — Neu für die Schweiz.
ssp. *R. flexuosus* Ph. J. Müller und Lefèvre.
Östlicher Hackenberg ob Wallenwil (vis. Sudre).
R. Menkei Weihe.
ssp. *R. muricatus* Boulay und Gillot.
Hackenberg ob Wallenwil-Eschlikon (det. Sudre).
ssp. *R. bregutiensis* Kerner.
Ob Balterswil, nicht selten (vis. Sudre).
R. glaucellus Sudre.
ssp. *luteistylus* Sudre.

Zu einer Form, die ich dem Formenkreis des R. omalus Sudre zuzählte, schreibt Sudre: „plutôt R. luteistylus Sudre“. Diese Unterart kannte man bisher nach Sudre (Monogr. p. 171) nur aus den Dep. Tarn, Pyrénées und aus Schlesien. — Neu für die Schweiz.

R. obtruncatus Ph. J. Müller.
Ob Balterswil (det. Sudre).

Vom Typus der Art erwähnt Sudre, l. c. p. 175, einen Standort aus dem Elsass, einen zweiten aus Rheinpreussen. Aus der Schweiz sind verschiedene zu dieser Hauptart gehörige Unterarten bekannt geworden. — Neu für die Schweiz.

R. purpuratus Sudre.
ssp. *R. acuminum* Sudre.
Ob Balterswil (det. Sudre).

Nach Sudre, l. c. p. 192, bisher nur von einem Standort in den Pyrenäen bekannt. — Neu für die Schweiz.

R. tereticaulis Ph. J. Müller.

Östlicher Hackenberg (vis. Sudre).

var. ε cordiger Sudre.

Hin und wieder auf dem Plateau (teste Sudre).

var. ζ brevistamineus Sudre

Ob Balterswil (vis. Sudre).

var. κ armaticaulis Sudre.

Ob Balterswil (det. Sudre).

Eine bisher nach Sudre, l. c. p. 194, nur aus der Haute-Garonne bekannt gewordene Form. — Neu für die Schweiz.

× **R. semitereticaulis** Sudre = R. tereticaulis × R. bifrons.

Ob Wallenwil mehrfach (teste Sudre). — Neu für die Schweiz.

ssp. *R. miostylus* N. Boulay.

Ob Balterswil (vis. Sudre).

ssp. *R. fragariiflorus* Ph. J. Müller.

Ob Balterswil, auf dem Plateau und im östlichen Teil nicht selten (vis. Sudre).

var. γ cretaceus Sudre.

Östlicher Hackenberg (teste Sudre).

var. ε emarginatus Sudre.

Ob Wallenwil-Eschlikon (teste Sudre).

var. ζ triangulariformis Sudre.

Ob Balterswil (vis. Sudre).

ssp. *R. derasifolius* Ph. J. Müller.

Ob Balterswil (teste Sudre).

ssp. *R. curtiglandulosus* Sudre.

Östlicher Hackenberg ob Hurnen (vis. Sudre). — Ob Balterswil (vis. Sudre) ziemlich häufig.

var. δ pinetorum (N. Boulay) Sudre.

Ob Balterswil (vis. Sudre).

var. ϑ Lazergesii Sudre.

Ob Balterswil (det. Sudre).

Bisher nach Sudre (Monogr. p. 196) nur von einem Standorte aus dem Dép. Ariège bekannt. — Neu für die Schweiz.

var. subspinulifer Rob. Keller.

Folia supra adpresse pilosa, subtus molliter villosa pilis in nervis ± pectinatis; foliolum terminale rhomboideum, emarginatum, breviter acuminatum; inflorescentia subfoliosa, aculeis fuscis crebre armata, laxe pilosa, glandulis atropurpureis, pedunculis patentibus; foliola suprema valde reducta, margine et in paginis utrisque, infra praesertim in nervis validioribus setoso-glandulosa; germina glabrescentia.

Auf dem Plateau des Hackenberges (vis. Sudre).

ssp. *R. argutipilus* Sudre.

Östlicher Hackenberg (teste Sudre).

f. roseola Sudre.

Östlicher Hackenberg (teste Sudre).

var. ciliatus Rob. Keller.

Turio parce glandulosus; foliolum terminale rhomboideum, basi emarginatum, sensim acuminatum; inflorescentia glandulis brevissimis obscuris haud crebris obsita, perfoliata; folia suprema margine setis glanduliferis ciliata, in pagina disperse setoso-glandulosa; petala alba; germina glabra.

Östlicher Hackenberg (vis. Sudre).

var. δ fragilipes Sudre.

Ob Balterswil (vis. Sudre).

Sudre gibt l. c. p. 198 einen Standort aus Frankreich an. — Neu für die Schweiz.

ssp. *R. finitimus* Sudre.

Ob Balterswil.

var. ζ megathyrsus Sudre.

Ob Wallenwil auf dem östlichen Hackenberg (det. Sudre, f. proxima).

Sudre gibt l. c. p. 198 einen Standort aus dem Dép. Tarn an. — Neu für die Schweiz.

var. η porphyrogynus (Sabranski) Sudre.

Ob Balterswil (vis. Sudre).

Die var. wurde bisher nach Sudre, l. c. p. 198, nur von einem Standort aus Steiermark bekannt. — Neu für die Schweiz.

R. Schleicheri Weihe.

ssp. *R. humilis* Ph. J. Müller.

Östlicher Hackenberg (teste Sudre).

ssp. *R. chloroxylon* Sudre.

Ob Balterswil (det. Sudre).

ssp. *R. conterminus* Sudre.

var. β piletofructus Sudre.

Ob Balterswil (det. Sudre).

Bisher nach Sudre, l. c. p. 204, von einigen Standorten aus Frankreich und Bayern bekannt. — Neu für die Schweiz.

ssp. *R. humifusus* Weihe.

Ob Balterswil (teste Sudre).

ssp. *R. inaequabilis* Sudre.

var. β stylosus (Sabranski) Sudre.

Östlicher Hackenberg (teste Sudre).

Sudre erwähnt l. c. 206 je einen Standort aus Steiermark und aus Bayern. — Neu für die Schweiz.

var. ζ largus Sudre.

Ob Balterswil auf dem Plateau des Hackenberges (teste Sudre).

R. rivularis Ph. J. Müller und Wirtgen.

var. β flexisetus Sudre.

Ob Balterswil (teste Sudre).

ssp. *R. incultus* Wirtgen.

var. δ viridis (Kaltenbach) Sudre.

Ob Balterswil (teste Sudre).

ssp. *durotrigum* R. P. Murray.

Ob Balterswil (vis. Sudre).

R. hirtus Waldstein und Kitaibel.

var. η flaccidifrons Sudre.

Ob Balterswil (teste Sudre).

ssp. *R. offensus* Ph. J. Müller.

Balterswil, eine gegen var. ϑ subrubiginosus abändernde Form (teste Sudre); zu einer andern schreibt Sudre: „tend vers R. crassus"

var. δ spinulifolius (Gremli) Sudre.

Auf dem Plateau des Hackenberges (teste Sudre).

ssp. *R. Guentheri* Weihe.

Östlicher Hackenberg ob Hurnen (vis. Sudre).

var. echinatus Rob. Keller.

Turio crebre aciculis setisque obsitus; foliolum terminale ovatum, profunde cordatum, sensim longe acuminatum; inflorescentia pedunculique aciculis purpurascentibus creberrime armati, pedicelli et sepala aciculis setisque flavescentibus obsita.

Ob Balterswil (vis. Sudre).

ssp. *R. crassus* Holuby.

Östlicher Hackenberg (vis. Sudre, „tend vers Guentheri").

var. η adenodon Sudre.

Östlicher Hackenberg ob Bernhardsriet (vis. Sudre, f. proxima); von der typischen Form durch grobe Zahnung der Blättchen und durch verhältnismässig kurze Stieldrüsen verschieden.

ssp. *anoplocladus* Sudre.

Ob Balterswil eine Form mit behaarten Griffeln (vis. Sudre).

var. κ variicolor (Kinscher) Sudre.

Ob Balterswil (det. Sudre, f. proxima).

Nach Sudre, l. c. p. 226, ist bisher die var. nur von einem Standort in Schlesien bekannt. — Neu für die Schweiz.

ssp. *R. nigricatus* Ph. J. Müller und Lefèvre.

var. ζ Burnati (Favrat) Sudre.

Ob Balterswil auf dem Plateau des Hackenberges.

var. η glaucus (Kretzer) Sudre.

Östlicher Hackenberg stellenweise häufig (teste Sudre).

var. discolor Sudre und Keller.

Turio laxe pilosus; folia minute et simpliciter serrata; foliolum terminale obovato-rhomboideum, emarginatum, breviter acuminatum; inflorescentia fere usque ad apicem foliosa, folia superiora discoloria, subtus pilis stellulatis densissimis cinereo-tomentosa et pilis simplicibus praesertim in nervis, margine setis glanduliferis ciliata, supra disperse setoso-glandulosa; aciculi breves; germina tomentosa.

Hackenberg ob Balterswil.

ssp. *R. minutidentatus* Sudre.

Östlicher Hackenberg ob Hurnen, eine durch die kurzen Stieldrüsen gegen R. tereticaulis neigende Abänderung (teste Sudre).

ssp. *R. pectinatus* Sudre und Gravet.

Plateau des Hackenberges eine auffallend kleinblütige Abänderung (vis Sudre).

var. ϑ crinitiformis Sudre.

Eine nahestehende von mir als f. hypoglaucus bezeichnete Abänderung hin und wieder ob Balterswil (vis. Sudre).

ssp. *R. Kaltenbachii* Metsch.

var. ι orbiculatus (Ph. J. Müller) Sudre.

Plateau des Hackenberges (vis. Sudre).

Sudre gibt l. c. p. 229, Fundorte aus dem Elsass und Sachsen an. Neu für die Schweiz.

ssp. *R. minutiflorus* Ph. J. Müller.

var. ζ horridifactus Sudre.

Östlicher Hackenberg (teste Sudre).

Sudre macht, l. c. p 230, Standorte aus Frankreich, Deutschland und Ungarn namhaft. — Neu für die Schweiz.

var. λ subimbricatus (Schmidely) Sudre.

Ob Balterswil (det. Sudre).

ssp. *R. interruptus* Sudre.

Ob Balterswil (teste Sudre).

var. η *obtusiflorens* Sudre.

Östlicher Hackenberg ob Hurnen (teste Sudre).

R. caesius L.

× **R. Mougeotii** Billot = R. caesius × R. bifrons.
Ob Balterswil.

× **R. deltoideus** Ph. J. Müller = R. Lloydianus. × R. caesius.
Östlicher Teil des Hackenberges ob Vogelsang — Ob Balterswil.

R. Idaeus L.

Rubi von Rotenturm, Kt. Schwyz.

Eine Exkursion vom 1. September 1915 auf den Grat vom Neusellstock bei Rotenturm gegen die Bannegg ob Biberegg galt vorläufiger Prüfung der Höhenverbreitung von Rubi, über welche wir zur Zeit für unsere Schweizerflora noch mangelhaft unterrichtet sind. Die Gratwanderung bewegte sich zwischen ca. 1400—1500 m. Ausser R. Idaeus konnten hiebei nur fünf Hauptarten der Subsect. Glandulosi beobachtet werden, nämlich R. tereticaulis, R. Schleicheri, R. rivularis, R. serpens und R. hirtus. Von ihnen fanden sich 18 Unterarten und 17 Varietäten.

R. tereticaulis Ph. J. Müller.

var. ε cordiger Sudre.

Kleinständli, ca. 1500 (vis. Sudre) — Ob dem Kreuz Grossständli gegen Vogel, ca. 1500 m (vis. Sudre). — Ob Kessloch ca 1500 m (vis. Sudre).

An allen diesen Standorten nicht selten.

var. setulifer Rob. Keller.

Folia caulina 3—5-nata, argute, partim subsimpliciter, partim duplicato mucronato-serrata, foliola terminalia partim elliptica et ± sensim acuminata, partim late obovata et abrupte acuminata, emarginata; inflorescentia pyramidalis, laxa, pedunculi medii patuli, ± perfoliata, folia superiora margine setis glanduliferis ciliata, supra lamina, subtus nervi glandulis stipitatis obsiti; germina pilosa.

Ob Inner-Kessloch, ca. 1550 m (vis. Sudre).

ssp. *R. miostylus* N. Boulay.

Großständli gegen Vogel, ca. 1500 m (teste Sudre).

Auf dem Grat vom Kleinständli zum Punkt 1500 m eine Abänderung mit roten Griffeln und zottig behaarten Fruchtknoten (vis. Sudre).

ssp. *R. fragariiflorus* Ph. J. Müller.

Unterhalb Bannegg, ca. 1400 m (vis. Sudre).

var. β perangustus Sudre.

Neusellstock ob Großständli, ca. 1500 m (teste Sudre), eine f. valde armata, folia ramealia superiora supra setoso-glandulosa, stamina stylis multo breviora.

ssp. *R. derasifolius* Sudre.

Jenseits des Kreuzes Großständli etwas unterhalb des Grates gegen Vogel, ca. 1500 m (teste Sudre).

ssp. *R. curtiglandulosus* Sudre.

Bannegg gegen Lauitobel, ca. 1400 m, vom Typus durch die schwarzroten Drüsen und die roten Griffel abweichend und dadurch gegen var. γ protensus (N. Boulay) Sudre neigend.

var. bicolor Rob. Keller.

Folia subtus pallida, pilosa, nitentia, mediocriter vel grosse subsimpliciter serrata; foliolum terminale cordato-ovatum obovatumve, longe acuminatum; inflorescentia interrupta, angusta, pedunculis erectis, aculeis crebris rectis reclinatisve flavescentibus armata; folia ramealia suprema subtus pilis stellulatis densis cinereo-tomentosa; sepala acuminata, dorso aciculis flavis crebris obsita; stamina stylos purpureos paulo superantia; germina hirsuta.

Bannegg gegen Lauitobel, ca. 1400 m (teste Sudre).

ssp. *R. Fischer-Oosteri* Sudre.

var. fissidens Sudre.

Folia caulina 3—4-nata, grosse et inaequaliter incisoserrata, inflorescentiae rhachis, pedunculi pedicellique aculeis debilibus creberrimis flavescentibus obsiti.

Bannegg gegen Lauitobel, ca. 1400 m (teste Sudre).

ssp. *R. finitimus* Sudre.

Neusellstock, ca. 1500 m (teste Sudre) — Jenseits des Kreuzes Großständli, am Abhang gegen Vogel, ca. 1500 m (teste Sudre) — Bannegg gegen das Lauitobel, ca. 1400 m (teste Sudre) — Äusser-Kessloch, ca. 1500 m (teste Sudre) — Bannegg, ca. 1400 m.

An allen diesen Standorten nicht selten.

Eine durch reiche Bestachelung der Blütenstandachse der Astchen und Blütenstiele ausgezeichnete Abänderung — f. aciculata Sudre in sched. — mit kahlen Fruchtknoten unterhalb Bannegg im Lauitobel, ca. 1400 m (teste Sudre).

R. rivularis Ph. J. Müller und Wirtgen.

ssp. *R. angustisetus* Sudre.

var. β setifer Sudre.

Ob Inner-Kessloch, ca. 1350 m (teste Sudre).

Sudre ewähnt die Form, l. c. p. 208, von je einem Standorte aus den Vogesen, aus Bayern und aus Steiermark. — Neu für die Schweiz.

ssp. *R. lusaticus* Rostock.

Bannegg gegen Lauitobel, ca. 1400 m (teste Sudre).

R. serpens Weihe.

ssp. *R. chlorostachys* Ph. J. Müller.

var. δ brevipes Sudre.

Jenseits vom Kreuz Großständli, Abhang gegen Vogel, ca. 1500 m (teste Sudre).

R. hirtus Waldstein und Kitaibel.

ssp. *R. Guentheri* Weihe.

Ob Äusser-Kessloch, ca. 1500 m (teste Sudre). — Bannegg gegen Lauitobel, ca. 1400 m (vis. Sudre).

ssp. *R. crassus* Holuby.

Eine gegen R. Guentheri neigende Abänderung auf dem Grat zwischen Kleinständli und Punkt 1500 m.

var. ι asperifolius Sudre.

Bannegg gegen das Lauitobel, ca. 1400 m (teste Sudre), eine f. spinulifer, indem die oberen Blätter des Blütenstandes beiderseits mit ± zahlreichen Drüsenborsten bekleidet sind.

ssp. *R. anoplocladus* Sudre.

Ob Äusser-Kessloch, ca. 1500 m (vis. Sudre).

ssp. *R. nigricatus* Ph. J. Müller und Lefèvre.

var. η glaucus (Kretzer) Sudre.

Unterhalb Bannegg, ca. 1400 m (teste Sudre).

ssp. *R. minutidentatus* Sudre.

Ob Inner-Kessloch, ca. 1550 m (vis. Sudre).

ssp. *R. Kaltenbachii* Metsch.

Bannegg im Lauitobel, ca. 1400 m (vis. Sudre).

var. γ Braunii (Bräucker) Sudre.

Bannegg im Lauitobel, ca. 1400 m (det. Sudre).

var. ε atrocalyx Sudre.

Bannegg im Lauitobel, ca. 1400 m (vis. Sudre).

ssp. *R. minutiflorus* Ph. J. Müller.

Bannegg im Lauitobel, ca. 1400 m (vis. Sudre).

s. var. dispulsiflorus Sudre.

Bannegg im Lauitobel, ca. 1400 m (teste Sudre).

var. ι emersistylus (Ph. J. Müller) Sudre.

Jenseits des Kreuzes Großständli gegen Vogel, ca. 1500 m (teste Sudre).

var. perfoliatus Rob. Keller.

Folia ampla, 3-5-nata, glabra, mediocriter vel grosse et inaequaliter serrata; foliolum terminale latum, orbiculare vel late ovatum vel obovato-rhomboideum, emarginatum, abrupte acuminatum; inflorescentia laxa, perfoliata, pyramidalis, pedunculi inferiores elongati; folia suprema in pagina superiori setis glanduliferis atrofuscis aspera, subtus nervo medio setosa, margine glanduloso-ciliata; setae creberrimae; sepala dorso glandulis setisque crebris obsita; petala oblonga, acuta; germina glabrescentia.

Kessloch, ca. 1500 m (vis. Sudre).

var. λ subimbricatus (Schmidely) Sudre.

Jenseits des Kreuzes Großständli, am Abhang gegen Vogel, ca. 1500 m (vis. Sudre), eine Abänderung, deren oberste Blätter im Blütenstand ebenfalls oberseits drüsenborstig rauh sind.

ssp. *R. interruptus* Sudre.

Bannegg im Lauitobel, ca. 1400 m (det. Sudre). — Ob Inner-Kessloch, ca. 1500 m, eine gegen R. minutiflorus neigende Abänderung (teste Sudre).

ssp. *R. declivis* Sudre.

Unterhalb Bannegg, ca. 1400 m (vis. Sudre).

var. β erythrostachyoides Sudre.

Bannegg gegen das Lauitobel, ca. 1400 m (vis. Sudre).

Diese Abänderung wurde nach Sudre, l. c. p. 233, aus Steiermark, Ungarn und Schlesien bekannt. — Neu für die Schweiz.

Nachträge zur Brombeerflora des Schauenberges, der Egg und des Pfannenstiels.

Vergleiche Mitteilungen aus dem botanischen Museum der Universität Zürich (LXXVIII) in Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich LXII (1917).

R. serpens Weihe.

var. α puripulvis Sudre.

Elgg gegen den Schauenberg im Guhwiler Bachtäli (vis. Sudre).

ssp. *chlorostachys* Ph. J. Müller.

var. ζ galbinifrons Sudre.

Pfannenstiel (teste Sudre). — Neu für die Schweiz.

ssp. *R. leptadenes* Sudre.

var. ι abieticolus Sudre.

Pfannenstiel (det. Sudre).

Bisher nach Sudre, l. c. p. 220, nur von zwei Standorten aus Frankreich bekannt. — Neu für die Schweiz.

ssp. *R. longiglandulosus* Sudre.

var. γ luteicaulis Sudre.
Rütihof am Pfannenstiel (teste Sudre).

R. tereticaulis Ph. J. Müller.

ssp. *R. curtiglandulosus* Sudre.
Egg ob Niederweningen (vis. Sudre).

ssp. *R. fragariiflorus* Ph. J. Müller.
var. ε emarginatus Sudre.
Pfannenstiel (teste Sudre).

R. hirtus Waldstein und Kitaibel.

ssp. *R. offensus* Ph. J. Müller.
var. δ spinulifolius (Gremli) Sudre.
Pfannenstiel (teste Sudre).

ssp. *R. crassus* Holuby.
var. ι asperifolius Sudre.
Pfannenstiel (teste Sudre).

ssp. *R. anoplocladus* Sudre.
var. β delicatulus (N. Boulay) Sudre.
Pfannenstiel (teste Sudre).
var. ε microthyrsus (Boulay und Pierrat) Sudre.
Pfannenstiel (vis. Sudre).

ssp. *R. nigricatus* Ph. J. Müller.
var. γ Gerardii Sudre.
Unterhalb Limberg am Pfannenstiel (teste Sudre).

ssp. *R. tenuidentatus* Sudre.
var. γ jactabundus Sudre.
Pfannenstiel (teste Sudre).

ssp. *R. interruptus* Sudre.
var. δ stellatiflorus (Ph. J. Müller) Sudre.
Pfannenstiel (teste Sudre).

Die Rubi des östlichen Stammheimer Berges, Kt. Zürich.

Die im Nachfolgenden zusammengestellten Arten, Unterarten und Varietäten sind das Beobachtungsergebnis einer Tagesexkursion von Oberstammheim, der Waldstrasse nach Stein folgend bis zum Austritt aus dem Walde ob Kaltenbach (14. Juni 1915).

R. albiflorus Boulay und Lucand.
Am nördlichen Waldrand, ob Kaltenbach eine grössere Zahl üppiger Sträucher (vis. Sudre).

R. bifrons Vest.
An der Waldstrasse und in Schlägen, nicht selten.

R. thyrsoideus Wimmer.
ssp. *R. thyrsanthus* Focke.
Auf dem Plateau hin und wieder.
ssp. *R. candicans* Weihe.
var. *β* coarctatus (Ph. J. Müller) Sudre.
Auf der Ostseite ziemlich reichlich (Sudre: tend vers le R. goniophyllus).

R. vestitus Weihe.
ssp. *R. leucanthemus* Ph. J. Müller.
An der Waldstrasse nach Stein hin und wieder.

R. Colemannii Bloxam.
ssp. *R. Gremlii* Focke.
Zerstreut auf dem Plateau (vis. Sudre).

R. Genevieri Boreau.
ssp. *R. discerptus* Ph. J. Müller.
Sehr zerstreut im nördlichen Teil (teste Sudre).

R. micans Godron.
var. *η* velutifolius Sudre.
Ostseite gegen Nussbaumen (teste Sudre).
Diese var. war bisher nach Sudre (l. c. p. 134) nur von einem Standorte aus dem Dép. Tarn bekannt. — Neu für die Schweiz.

R. foliosus Weihe.
ssp. *R. flexuosus* Ph. J. Müller und Lefèvre.
Hin und wieder auf dem Plateau (vis. Sudre).

R. pallidus Weihe.
ssp. *R. drymophilus* Ph. J. Müller und Lefèvre.
Ob Stammheim (teste Sudre).

R. Menkei Weihe.
ssp. *R. bregutiensis* Kerner.
Häufiger Bestandteil des Niederwuchses, oft grössere Waldflächen deckend.

R. omalus Sudre.
var. *cyclophyllus* Rob. Keller.

Turio angulatus, faciebus subsulcatis, crebre armatus; folia 5-nata, grosse et inaequaliter serrata; supra glabra, subtus cinereo-tomentosa: foliolum terminale suborbiculare, basi truncatum, apice abrupte acuminatum; inflorescentia ampla, obtusa, interrupta, ± pilosa, aculeis inclinatis crebris armata, crebre glandulosa; pedunculi medii patulo-ascendentes, pluriflori; sepala appendiculata, petala alba, germina glabra.

Auf der Nordseite in einem Schlag hin und wieder. Sudre schreibt dazu „an R. rudis × R. bifrons??“.

R. Koehleri Weihe.

Auf der Ostseite des Plateau, gegen Nussbaumen (vis. Sudre).

ssp. *R. impolitus* Sudre.

Auf der Nordseite des Stammheimer Berges (teste Sudre).

Nach Sudre, l. c. p. 189, aus Frankreich, Bayern, Schlesien und Ungarn bekannt. — Neu für die Schweiz.

R. tereticaulis Ph. J. Müller.

var. *β microdontus* (Ph. J. M. u. L.). N. Boulay.

An der Strasse nach Kaltenbach, eine sehr nahestehende Abänderung (teste Sudre).

Bisher nach Sudre, l. c. p. 194, nur aus dem Dép. Aisne et Oise bekannt. — Neu für die Schweiz.

ssp. *R. derasifolius* Sudre.

Nordseite (teste Sudre).

ssp. *R. finitimus* Sudre.

Auf dem Plateau (vis. Sudre).

R. Schleicheri Weihe.

ssp. *R. chloroxylon* Sudre.

Nordseite kurz vor dem Austritt der Strasse aus dem Wald (teste Sudre).

ssp. *R. caeruleicaulis* Sudre.

Nordseite (teste Sudre).

R. rivularis Ph. J. Müller und Wirtgen.

ssp. *R. biserratus* Ph. J. Müller.

var. δ incomptus (Boulay u. Cornet) Sudre.

Ostseite, ob Nussbaumen (teste Sudre).

R. serpens Weihe.

ssp. *R. flaccidifolius* Ph. J. Müller.

var. ι saboiensis (Schmidely) Sudre.

Nordseite (teste Sudre).

var. curtiglandulosus Rob. Keller.

Turio laxe pilosus, creberrime glandulis brevibus flavescentibus obsitus; folia 3-nata, amplissima, utrinque glabra, subtus pallida, minute mucronato-serrata; foliolum terminale obovatum, emarginatum, apice abrupte acuminatum; inflorescentia pauciflora, subaphylla, laxe pilosa, pilis glandulas plerumque breves superantibus; germina glabrescentia.

Durch die zum grossen Teil auffallend kurzen Stieldrüsen in der Richtung gegen R. tereticaulis abändernd.

Auf dem Plateau des Stammheimer Berges.

ssp. *R. angustifrons* Sudre.

Nordseite eine nahestehende Abänderung.

ssp. *R. chlorostachys* Ph. J. Müller.

var. ζ galbinifrons Sudre.

Nordseite (teste Sudre).

R. hirtus Waldstein und Kitaibel.

ssp. *R. offensus* Ph. J. Müller.

Nordseite.

ssp. *R. nigricatus* Ph. J. Müller und Lefèvre.

var. η glaucus (Kretzer) Sudre.

Ostseite ob Nussbaumen eine ± discolore Abänderung (teste Sudre).

ssp. *R. minutidentatus* Sudre.

Nördlicher Teil (vis. Sudre).

var. ξ hypoglaucus Sudre.

Auf dem Plateau (vis. Sudre).

R. caesius L.

× **R. ambifarius** Ph. J. Müller = R. thyrsanthus × R. caesius.

Ostseite ob Nussbaumen — Nordseite.

× **R. Holandrei** Ph. J. Müller = R. procerus × R. caesius.

Oberhalb Oberstammheim, wenig abseits von der Strasse nach Kaltenbach-Stein (teste Sudre).

× **R. adenoleucus** Chaboisseau = R. caesius × R. rudis.

Östliche Seite ob Nussbaumen.

× **R. semirivularis** Sudre = R. rivularis × R. caesius.

Östliche Seite hin und wieder (teste Sudre).

R. Idaeus L.

× **R. Idaeoides** Ruthe = R. Idaeus × R. caesius.

Auf dem Plateau.

R. saxatilis L.

Feuchte Stellen an der Waldstrasse nach Stein.

Neue Standorte schweizerischer Rubi verschiedener Herkunft.

R. suberectus Anderson.

Katzenseeried auf Torfboden gegen Alten Burg, Z., leg. W. Werndli! — Frenschenberg gegen Bristen, 860 m, Uri, leg. W. Werndli! — Dachi bei Frenschenberg, 900 m, leg. W. Werndli! — Kastanienwald bei Mosogno, T., leg. M. Jäggli! — Russo, Val Onsernone, T., leg. M. Jäggli! — Buchberg bei Thal, St. G., leg. Sulger-Buel!

R. sulcatus Vest.

Wasserwerkstrasse Zürich, leg. W. Werndli! — Haard bei Klein-Döttingen, Aarg.!! (vis. Sudre) — Ponte Oscuro, Val Onsernone, T., leg. Jäggli! (vis. Sudre). —

R. macrophyllus Weihe und Nees.

An der Strasse von Böttstein nach Mandach, Aarg.!! (vis. Sudre).

R. ulmifolius Schott.

Ob Amsteg gegen Frenschenberg, ca. 580 m, Uri, leg. W. Werndli! (vis. Sudre).

ssp. *R. melanocaulon* Sudre.

Zwischen Dazio und Faido, T.,!! (vis. Sudre).

Sudre erwähnt, l. c. p. 70, nur Standorte aus dem südlichen Frankreich — Neu für die Schweiz.

ssp. *R. dispalatus* Sudre.

An der Gotthardstrasse oberhalb Amsteg ca. 540 m, Uri, leg. W. Werndli! (teste Sudre).

R. Godronii Lècoq und Lamotte.

ssp. *R. Winteri* Ph. J. Müller.

Hierher gehören nach Sudre wahrscheinlich Specimen von Russo, Val Onsernone, T., ohne Schössling von M. Jäggli; gesammelt.

R. bifrons Vest.

In Herdern, Z., leg. W. Werndli! — Im Haard bei Klein-Döttingen, Aarg.!!

R. procerus Ph. J. Müller.

var. γ. obtusangulus (Gremli) Sudre.

Ob Amsteg am Weg nach Frenschenberg, leg. W. Werndli!

R. thyrsoideus Wimmer.

ssp. *R. thyrsanthus* Focke.

Föhrenbuck ob Hüntwangen, Z., leg. Frymann!

R. arduennensis Libert.

ssp. *R. malacus* Sudre.

Am Fusse der Zwing-Uri bei Amsteg, leg. W. Werndli! (teste Sudre).

Diese Unterart war bisher nach Sudre, l. c. p. 95, nur aus dem mittleren und südlichen Frankreich bekannt. — Neu für die Schweiz.

R. tomentosus Borkhausen.

Michelskreuz ob Gislikon gegen Karren, L.,!! — Ruine Grünegg bei Ilanz, Gr., leg. Hager! (vis. Sudre).

ssp. *R. Lloydianus* Genevier.

Zwischen Amsteg und Frenschenberg, 680 m, Uri, leg. W. Werndli! (vis. Sudre). — Ilanz, Gr., leg. Hager!

ssp. *R. subparilis* Sudre.

Am Hinterberg bei Jestetten an der Strasse zum Wangental, leg. Kelhofer! — Südfuss des Rossberges im Wangental, Sch., leg. Kelhofer! — Emmerberg, Sch., leg. Kelhofer! — Unter der Randegg, Sch, leg. Kelhofer! — An der Strasse vom Schweizersbild auf den Längenberg, Sch, leg. Kelhofer!

R. vestitus Weihe.

ssp. *R. leucanthemus* Ph. J. Müller.

La Montoie près Cornol, B., leg. Bourquin! (teste Sudre), vom Typus durch die verhältnismässig schmalen Endblättchen abweichend.

R. Colemannii Bloxam.

ssp. *R. Gremlii* Focke.

Ob den Reben von Hüntwangen, Z., leg. Frymann!

R. Schmidelyanus Sudre.

ssp. *R. gratifolius* Sudre.

Vielleicht findet sich diese Unterart im Tessin. Zu einem von Jäggli gesammelten, mir unklaren Spezimen aus Mosogno, Val Onsernone schreibt Sudre „Apparence de R. gratifolius."

R. radula Weihe.

Frenschenberg ob Amsteg, ca. 860 m, U., leg. Werndli! (vis. Sudre).

R. Timbal-Lagravei Ph. J. Müller.

ssp. *R. gracilior* Sudre.

Sur le Mont près Porrentruy, ca. 450 m, B., leg. Bourquin! (vis. Sudre).

R. foliosus Weihe.

ssp. *R. corymbosus* Ph. J. Müller.

Les Côtes près Porrentruy, B., leg. Bourquin! (vis. Sudre).

ssp. *R. flexuosus* Ph. J. Müller und Lefèvre.

Pardella, Fichtenwald unter dem Obersaxerfelsen, 500 m, G., leg. Hager!

R. Menkei Weihe.

Sur le Mont près Porrentruy, 450 m, B., leg. J. Bourquin! (vis. Sudre). — Les Côtes près Porrentruy, B., leg. Bourquin! (vis Sudre).

ssp. *R. multifidus* N. Boulay und Malbranche.

Les Côtes près Porrentruy, B., leg. Bourquin! (teste Sudre)

Sudre nennt in seiner Monogr. p. 160 mehrere Standorte aus den Dép. Seine inférieur, Manche und Sarthe. — Neu für die Schweiz.

ssp. *R. bregutiensis* Kerner.

Hofstetten bei Neuhausen, Sch., leg. Kelhofer! — Auf der Enge bei Schaffhausen, leg. Kelhofer!

R. rudis Weihe.

Oberhaard bei Birmensdorf, Aarg.!! (vis. Sudre). — Ob Hüntwangen, Z., leg. Frymann!

R. omalus Sudre.

Beim Reservoir Wil, Z., leg. Frymann!

R. Bellardii Weihe

Pardella im Rheintal, Gr., 780 m, leg. Hager! (vis. Sudre). — Ilanz unter Suvis, 750 m, leg. Hager. — Ob Saillon, über den Combes de Sailles, 1125 m, W., leg. Gams! (vis. Sudre).

R. rivularis Ph. J. Müller und Wirtgen.

ssp. *R. laurifolius* Utsch.

Bonet bei Collonges, W., leg. Gams! (vis. Sudre)

In seiner Monogr. p. 209 erwähnt Sudre die Art nur von einem Standorte aus Baden. — Neu für die Schweiz.

ssp. *R. angustisetus* Sudre.

Ruis im Vorderrheintal, 800 m, Gr., leg. Hager!

ssp. *R. leptobelus* Sudre.

Zwischen Michelskreuz ob Gislikon und Karren, L.,!! (vis. Sudre).

Sudre gibt, l. c. p. 212, Standorte aus Belgien, Deutschland, Frankreich, Ungarn und Italien an. — Neu für die Schweiz.

R. hirtus Waldstein und Kitaibel.

ssp. *R. Pierratii* N. Boulay.

Michelskreuz ob Gislikon, L.!! (vis. Sudre).

ssp. *R. nigricatus* Ph. J. Müller und Lefèvre.

var. γ Gerardii Sudre.

Michelskreuz ob Gislikon, L.!! (vis. Sudre).

ssp. *R. declivis* Sudre.

Michelskreuz ob Gislikon, L.!! (vis. Sudre).

× **R. Kodruensis** Simkovic = R. hirtus × R. Lloydianus.

Michelskreuz ob Gislikon, L.!! (det. Sudre).

R. caesius L.

var. ligerinus Genevier.

Ruine Grünegg bei Ilanz, Gr., leg. Hager! (det. Sudre).

var. mollifolius Sudre.

Forêt de Plaumon sur Fully, 740 m, W., leg. Gams! — An der Sarvaz, nahe Cleusettaz, 476 m, W., leg. Gams!

× **R. Mougeottii** Billot = R. caesius × R. bifrons.

Steinbruch am Weg vom Bad zum Rossberger Hof, Sch., leg. Kehlhofer! — Sous les côtes près Porrentruy, B., leg. Bourquin! (vis. Sudre). — Ruine Grünegg bei Ilanz, Gr., leg. Hager! (vis. Sudre).

× **R. dumalis** Halascy = R. caesius × R. procerus.

Mont de Coluve près Porrentruy, B., leg. Bourquin! (vis. Sudre).

× **R. divergens** Ph. J. Müller = R. tomentosus × R. caesius.

Disla-Russein im Vorderrheintal, Gr., leg. Hager! — Pardella im Vorderrheintal, Gr., leg. Hager! — Tavanasa im Vorderrheintal, Gr., leg. Hager!

× **R. deltoideus** Ph. J. Müller = R. Lloydianus × R. caesius.

Ob Champex d'Alesse gegen Djète, 1150 m, W., leg. Gams! — Danis im Vorderrheintal, Gr., leg. Hager!

Von nachfolgenden Standorten aus dem Kanton Schaffhausen erhielt ich durch Kelhofer die Kreuzung: Klosterfeld — Steinbrüche zwischen Durstgraben und Jestetten — Im Schlauch zwischen Thayngen und Lohn — Am Kapf bei Thayngen — Pfaffenhalde an der Wanne ob Osterfingen — Merishausen im Hinterschlot, an der Randenstrasse — Ob den oberen Müzen in Merishausen — Wallendällentobel bei Merishausen — Bei der „neuen Welt" Neuhausen — Herblingen — Schloss ob dem Rank bei Oberwiesen.

× **R. capitulatus** Utsch = R. Bellardii × R. caesius.

Outremont sur Lomont, 950 m, B., leg. Bourquin! (teste Sudre).

× **R. pseudopsis** Gremli = R. longisepalus × R. caesius.

Sur le Mont près Porrentruy, B., leg. Bourquin (teste Sudre).

R. Idaeus L.

Von Interesse sind Standorte maximaler Höhenverbreitung: Alp Nova bei Brigels, 1950 m, Gr., leg. Hager! — La Muotta, Medels, 1850 m, Gr., leg. Hager! — Cavrein bei Russein, 1800 m, Gr., leg. Hager! Eine durch besonders schmale Endblättchen ausgezeichnete Abänderung (Länge zu Breite 3 : 1).

R. saxatilis L.

Unterhalb La Djète d'Alesse, von ca. 1160 m bis ca. 1900 m ansteigend, W., leg. Gams! — Pilatus, Südfuss des Widderfeldes bei ca. 1700 m, L., leg. Amberg! — Aufstieg zur Brisi, Toggenburg, 1820 m, St. G., leg. Vogt! — Alp Nova bei Brigels, 1950 m, leg. Hager.

Neue Formen der schweizerischen Brombeerflora.

R. cuspidifer Ph. J. Müller und Wirtgen.

f. **harpagonifer** Sudre und Keller.

Turio obtusangulus, glabrescens, aculeis crebris obsitus; foliolum terminale cordato-rotundatum, petiolo proprio duplo longius, aculei petiolares crebri, inuncati; inflorescentia perfoliata, angusta, subtus interrupta, supra conferta, crebre aculeis validis falcatis armata, dense

pilosa, pedunculis ascendentibus; pedicelli et sepala armata; stamina stylis aequantia; germina glabra.

Frauentalerwald, Kt. Zug (vis. Sudre).

R. tomentosus Borkhausen.

ssp. *R. Lloydianus* Genevier.

f. inuncatus Rob. Keller.

Turio validus, angulatus, aculeis falcatis validis armatus, glandulis sparsis obsitus; aculei petiolares inuncati; inflorescentia armatissima, aculeis inuncatis brevibus sed validis, subeglandulosa.

Wannenberg, Kt. Schaffhausen (vis. Sudre).

R. foliosus Weihe.

f. conjungens Rob. Keller.

Turio angulatus; folia mediocriter vel grosse subsimpliciter serrata; foliolum terminale late cordato-ovatum, sensim longe acuminatum; inflorescentia perfoliata, elongata, obtusa, dense pilosa, creberrime glandulosa, aciculis debilibus crebre armata; pedunculi ascendentes, creberrime glandulosi; stamina stylis subaequantia; germina glabra.

Entegast ob Schopfheim; südlicher Schwarzwald (vis. Sudre).

Die Form zeigt eine Mischung der Merkmale des typischen R. foliosus mit solchen des R. corymbosus und R. flexuosus. Mit ersterem teilt sie die Form und Bekleidung des kräftigen Schösslings. wie den verlängerten, durchblätterten Blütenstand; an R. corymbosus erinnert der obere Teil des gestutzten, scheindoldig abschliessenden Blütenstandes; mit dem Formenkreis des R. flexuosus erscheint sie durch das Verhältnis der Länge der Staubblätter zu den Griffeln verbunden.

R. foliosus Weihe.

f. rhenanus Rob. Keller.

(R. foliosus f. ad R. apiculatum vergens Sudre in sched. herb. R. K.)

Turio angulatus, pilosus, creberrime glandulis relative longis setisque obsitus; folia 5-nata, supra glabra, subtus cinereo-tomentosa, inaequaliter argute et minute serrata; foliolum terminale angustum, obovato-rhomboideum, basi vix emarginatum vel truncatum, abrupte longe acuminatum; inflorescentia elongata, usque ad medium foliosa, lata, pedunculis plerumque subrectangule patulis, inflorescentiae rhachis et pedunculi dense pilosi, crebre armati; pedicelli elongati, armati; sepala appendiculata, petala pallide rosea, stamina stylos superantia, germina glabriuscula; flores bene fructiferi.

Ryburg bei Rheinfelden, im Heimholz am Waldweg nach Wallbach, Kt. Aargau.

R. furvus Sudre.

f. pallidus Rob. Keller.

Frons flavo-viridis; turio, inflorescentiae rhachis, pedunculi et pedicelli aculeis creberrimis armati; foliola argute et subaequaliter serrata; inflorescentia interrupta, usque ad apicem foliosa; sepala dorso aculeis flavescentibus obsita; stamina pallida, stylis virescentibus vix subaequilonga; germina parce pilosa.

Herblingen, im Wagenbach, Kt. Schaffhausen (vis. Sudre).

ssp. *R. venustulus* Sudre.

f. pallidistamineus Sudre und Keller.

Turio pilosus, angulatus, subsulcatus; folia juniora subtus pilis stellulatis densis cinereo-viridia; serratura minuta, arguta; foliolum terminale ovatum vel obovatum, emarginatum, sensim longe acuminatum; inflorescentia pauciflora; stamina pallida, germina pilosa.

Oberwil-Dägerlen, Kt. Zürich.

R. tereticaulis Ph. J. Müller.

ssp. *R. curtiglandulosus* Sudre.

f. subangulatus Rob. Keller.

Turio validus, subangulatus, faciebus planis; folia 5-nata, mediocriter et subsimpliciter serrata; foliolum terminale late ovatum vel obovato-rhomboideum, emarginatum, breviter et subabrupte acuminatum; inflorescentia magna, interrupta, supra densa, dense piloso-hirsuta, glandulis atropurpureis, aciculis sparsis, tenuibus, flavescentibus obsita; pedunculi medii patuli; styli rubri, germina pilosa.

Münzelshusen ob Baden, Kt. Aargau (vis. Sudre).

ssp. *finitimus* Sudre.

f. densispinus Rob. Keller.

Turio crebre setoso-aciculatus; folia 3-nata, minute et inaequaliter argute serrata, foliolum terminale ovatum vel obovatum, angustum (fere 1 : 2), emarginatum, sensim longe acuminatum; inflorescentia flexuosa, ± foliosa, creberrime (sicut pedunculi, pedicelli et sepala) setoso-aciculosa, styli rosei, germina glabra.

Durch die auffallende Bestachelung gegen R. rivularis abändernd.

Rheinfelden, am Höhenweg nach Olsberg, Kt. Aargau (vis. Sudre).

Statische Untersuchungen über den Blutkreislauf.

Von

ANTON BÜHLER (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 7. April 1918.)

Hiezu 4 Abbildungen.

Inhalt.

	Seite
1. Einleitung	539
Historische Übersicht	539
Aufgabe	541
2. Elastizität und Dehnbarkeit der Arterien	552
3. Versuchsanordnung	560
4. Untersuchungen an Gummischläuchen	567
5. Untersuchungen an Arterien	576
Tabellen und Berechnungen	577
Kurven und Ableitungen	594
6. Physiologie und Pathologie	605
7. Therapeutische Ausblicke	610
8. Literatur-Nachweis	613

1. Einleitung.

Historische Übersicht.

Die Lehre von der Blutbewegung gehört zu den interessantesten Problemen der Biologie. Ihre Bedeutung liegt nicht nur auf physiologischem Gebiet, sondern wohl ebensosehr auf demjenigen der Physik. Nicht allein das Studium der normalen Funktionen des Organismus hat sich damit zu befassen; jede Pathologie und jede Therapie muss ihrer Wichtigkeit Rechnung tragen. Und wie auf andern Gebieten kann auch hier die Kenntnis der krankhaften Vorgänge wesentlich zum Verständnis des physiologischen Geschehens beitragen.

Unter allen Lebenserscheinungen ist nun vielleicht gerade die Blutbewegung am leichtesten und vollständigsten einer mathematisch-physikalischen Analyse zugänglich. Hier treten dagegen die chemisch-biologischen Prozesse wohl am meisten zurück, die bei Untersuchungen über die Tätigkeit der Muskeln, der Drüsen, der Verdauung, der Nerven die Erklärung erschweren. Ich glaube auch, dass anderseits die Physik selbst aus der experimentellen Erforschung des Blutkreislaufes ihren Nutzen ziehen wird. Denn gerade hier sind wir in unsern Versuchen, mehr als uns lieb ist, gezwungen, die Pfade selbst zu bahnen. Auch die neuesten Lehrbücher der technischen Physik, [ich nenne Foeppl (19) und Budau (10)] betrachten z. B. die Elastizität ihrer Röhren als zu vernachlässigenden Faktor, der höchstens stören kann, und bringen keine Daten über deren mech. Bewertung.

Es ist nicht verwunderlich, dass eine so dankbare Aufgabe seit Harveys Zeit immer wieder eifrige Bearbeiter gefunden hat. Da die vollständige geschichtliche Übersicht eine Ueberfülle von zum grossen Teil längst verschollenen Namen anführen müsste, verzichte ich zum vornherein auf Nennung aller derjenigen, die sich nicht mit der physikalischen Seite der Frage beschäftigten, und spreche überhaupt nur von Autoren, an deren Arbeiten ein wirklicher Fortschritt sich anknüpft.

Harvey selbst konnte nur die Fundamente legen; aufbauen mussten seine Nachfolger. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts haben sich zwei Forscher in umfassender Weise des ganzen Problems angenommen:

Poiseuille (54) und Volkmann. Die Gesetze, welche jener für die Strömung von Flüssigkeiten in engen Röhren aufgestellt hat, sind als massgebend heute wohlbekannt. Auch seine Untersuchungen über den Druck der Flüssigkeit und dessen Verhältnis zur Strömung haben bis heute noch Geltung (53). Weniger bekannt sind die sehr zahlreichen sorgfältigen Experimente von Volkmann (84, 85) und deren mathematische Analyse. Sie beschäftigten sich hauptsächlich, wie schon der Titel des Werkes sagt, mit der Dynamik der Blutzirkulation, also mit den Kräften, welche das Blut bewegen. Dass dabei die Herztätigkeit in den Vordergrund tritt, ist selbstverständlich. Aber auch den Blutdruck mit seiner Bedeutung und die Elastizität der Gefässe hat er in geistvoller Weise eingehender Prüfung unterzogen. Speziell betont er immer wieder, dass wir, wenn wir den Blutkreislauf verstehen wollen, verzichten müssen auf unbestimmbare Äusserungen einer rätselhaften Lebenskraft. Die Strömung des Blutes folgt physikalischen Gesetzen, und muss physikalisch erklärt werden.

Seine Experimente befassen sich zu einem wesentlichen Teil mit Strom-Geschwindigkeit und -Menge in verschiedenartigen Röhren, einfach und verzweigt, elastisch und unelastisch, und mit der Wellenbewegung unter Verhältnissen, die dem Organismus möglichst getreu nachgebildet sind. Es wird sich im Lauf der Abhandlung da und dort Gelegenheit finden, auf Details seiner Schlüsse einzutreten, auch wo sie einer spätern Kritik nicht Stand gehalten haben. Hier sei nur noch darauf hingewiesen, dass er mit seinem „Haemodynamometer", einem Quecksilbermanometer, das er direckt in die Adern einfügte, eine grosse Zahl von Blutdruckmessungen ausführte. Wenn auch dabei die Differenzen oft zu gross erscheinen um Irrtümer und Ungenauigkeiten der Methode ausschliessen zu können, so dürften doch die von ihm gefundenen Werte zwischen 100 und 170 mm Hg für Säuger im Bereich des Normalen liegen. Das Gleiche dürfte vielleicht gelten für seine Blutdruckbestimmungen bei Vögeln (Halsschlagader), wo er Zahlen um 160 erhielt. Interessant ist auch seine Feststellung, dass Kaltblüter einen beträchtlich tiefern arteriellen Blutdruck aufweisen als die genannten Warmblüter.

Aus der Reihe der andern Bearbeiter unseres Themas seien einstweilen nur wenige markante Erscheinungen genannt.

Untersuchungen über den Blutdruck, die wegleitend geworden sind für die heutige Wissenschaft, wurden uns überliefert von Ludwig (41) (Registrierung) 1847, Vierordt (83) 1855 (Sphygmetrische Messung), v. Kries (36, 37) (Kapillardruck), v. Basch (4, 5) 1880, der mit seinem Apparat als erster die Blutdruckmessung aus dem Laboratorium hinaustrug in die Praxis; ihm folgte Riva Rocci (58).

Gleichzeitig hatten W. Weber (88) 1841, Wertheim (91) 1847, Wundt (93), Bardeleben (3) 1878, Roy (62, 63) 1880 angefangen, sich experimentell mit der Elastizität der Adern und anderer organischer Gewebe zu beschäftigen.

Zahlreich sind seit Marey (44, 45) und Moens (47) die Autoren, welche sich mit den Strömungsverhältnissen des Blutes und der Pulswelle beschäftigen; ihrerseits fussen jene wieder auf Young (94), E. M. Weber (87).

Auf den verschiedensten Gebieten des normalen und pathologischen Gefäss-Systems begegnen wir den Arbeiten von Thoma (72—79) (seit 1877) und seinen Schülern (34, 40). Experimentell-kritisch fasste jüngst Frank (21) die verschiedenen Probleme an. Klare Darstellungen der derzeitigen Kenntnisse von der Blutzirkulation verdanken wir Nicolai in Nagels Handbuch und einer Reihe von Publikationen von Tigerstedt (81).

Aufgabe.

Wie weit gehen heute unsere Kenntnisse hierüber? Ich will nur eine Grundfrage stellen: Welches sind die Bedingungen für das Zustandekommen des arteriellen Blutdruckes, und welches ist seine

Bedeutung für die Blutbewegung? Man wird ohne weiteres zugeben, dass wir diese Fragen keineswegs erschöpfend beantworten können. Meiner Ansicht liegt der Hauptfehler daran, dass man immer nur versuchen wollte, dieses Problem in Verbindung mit der Dynamik zu lösen. Da spielen so viele und so unendlich verwickelte Verhältnisse mit hinein, dass eine einfache Präzisierung der Aufgabe und somit auch eine einfache Lösung unmöglich wird. Es muss zuallererst eine reine statische Grundlage festgestellt werden ohne jede Verschnörkelung. Ist dies Ziel erreicht, so werden wir auf festem Boden weiterbauen können.

Ich habe diesen Standpunkt bereits in meiner vorläufigen Mitteilung der „Versuche über die elastische Kapazität der Arterien“ (14) vertreten. Als meine heutige Aufgabe erachte ich, meine Experimente hierüber und deren Ergebnisse in extenso darzustellen, und die daraus abzuleitenden Schlüsse ausführlich zu präzisieren. Ich werde dabei manches aus der genannten Arbeit wiederholen müssen, weil dieselbe vielleicht nicht überall zugänglich ist.

Die Blutbewegung ist physikalisch die Resultante aus treibender Kraft und Widerstand. Als erstere kommt fast ausschliesslich die Herzaktion in Betracht. Wie weit wir die Kontraktionen der Gefässmuskulatur als effektive Arbeit bei der Blutbewegung mit in Rechnung stellen dürfen, davon soll später die Rede sein. Hier nur so viel, dass wir diesen Faktor bei unseren Betrachtungen einstweilen füglich ausser acht lassen können.

Komplizierter gestaltet sich der Widerstand. Es sind dies zum Teil Hemmungen, wie sie sich jeder Bewegung von Massen entgegenstellen. Da möchten wir wohl in erster Linie an das Gewicht der Blutmenge, also an den Einfluss der Schwere denken. Aber gerade dieser kommt nur eine sehr unwesentliche Bedeutung zu. (Blumberg 6). Arterien und Venen eines bestimmten Gebietes verhalten sich mit ihren kapillären Verbindungen zusammen wie kommunizierende Röhren (Tigerstedt 81). Um die gleiche Höhendifferenz, welche das Blut in einem System steigen muss, fällt es im andern wieder. Es werden also die Kräfte, die bei der Blutbewegung mit oder gegen die Schwerkraft zu wirken bestimmt sind, sich gegenseitig annähernd die Wage halten. Demnach kommen im strömenden Blute wesentlich nur die Widerstandskräfte zur Geltung, die sich in einer horizontal fliessenden Flüssigkeit entwickeln: Reibungswiderstände. Diese zerlegen sich in äussere Reibung zwischen Blut und Gefässwand und innere Reibung im Blut selbst, die bedingt ist durch die Viskosität der strömenden Masse. Der Einfluss des letztgenannten Faktors wächst mit steigender Geschwindigkeit, ist aber unabhängig von der Weite des Gefässes. Der daraus sich ergebende Widerstand nimmt also im allgemeinen stetig ab mit der Entfernung vom Ventrikel; er vermindert sich in gleicher Weise, wie die Geschwindigkeit des Blutstromes, also dessen kinetische Energie. In gleichem Sinne verhält sich auch die äussere Reibung des Blutes in den Adern. Die äussere Reibung wächst aber auch in gleichem Verhältnis wie die vom strömenden Blute bespülten Flächen. Es ist der äussere Reibungswiderstand direkt proportional dem Produkte aus dem innern Umfang des Gefässes in die durchlaufene Länge, also $2 r \pi \cdot L$. Wie gestaltet sich nun diese Formel bei Gefässteilungen? Ich setze den einfachsten Fall der dichotomischen Teilung einer Arterie in zwei gleich grosse Äste, wobei die Summe der Querschnitte der beiden letztern gleich sein soll dem Querschnitt des Stammes. Es sei der Radius des Stammes $= r$, der Radius jedes Astes $= r'$. Wenn, wie vorausgesetzt, $r^2 \pi = 2 r'^2 \pi$, so ist $r' = \frac{r}{\sqrt{2}}$. Demnach ist der innere Umfang der beiden Äste zusammen, reduziert auf den Radius des Stammes, $= 2 \frac{r}{\sqrt{2}} \pi$. Die bespülte Fläche und damit die innere Reibung wächst also in den Ästen im Verhältnis von $\frac{2}{\sqrt{2}}$; sie ist bei gleicher Summe der Querschnitte 1,4142 mal grösser als im Stamm. Es ist daraus ersichtlich, in welchem Grade der Widerstand in den Arteriolen mit ihrem engen Lumen und ihrer relativ grossen Strömungsgeschwindigkeit sich steigern muss.

Nach Thoma (74) ist bei Arterienteilungen die Summe der Querschnitte der Äste grösser als der Querschnitt des Stammes. Damit vermindert sich die Strömungsgeschwindigkeit in den Ästen und in gleichem Masse nehmen innere Reibung und der Geschwindigkeitsfaktor der äussern Reibung ab. Es wird dadurch einigermassen die Vermehrung des äussern Reibungswiderstandes infolge der vergrösserten Wandfläche paralysiert.

Bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse ist es noch nicht möglich, exakte Formeln aufzustellen, nach welchen sich der Anteil jedes einzelnen Widerstandsfaktors im strömenden Blute feststellen liesse. Es sei nur daran erinnert, dass die Zunahme der verschiedenen Widerstände nicht in einfacher Proportion vor sich geht. Speziell der äussere Widerstand, der sich ergibt aus der Teilung der Arterien, wächst nach Massgabe der Fläche, also in geometrischer Progression.

Betrachten wir den Widerstand als Ganzes, so ergibt sich, dass, ohne neuen Kraftzuschuss im Stromverlauf, die Summe der einzelnen Faktoren schliesslich der treibenden Kraft gleich werden, d. h. sie erschöpfen muss. Dass daneben die zunehmende Erweiterung der Summe der Gefässquerschnitte vom Arteriengebiet zum Kapillarsystem mit seinen Teil zur Stromverlangsamung beisteuert, wurde bereits erwähnt; dieses Moment wird zum Teil bei Vereinigung der Venenstämme wieder aufgehoben, weshalb sich der Blutlauf in den grösseren Venen wieder etwas beschleunigt. Denn auch hier ist die Summe der Querschnitte der Äste grösser als der Querschnitt des Stammes.

Wäre die Verzweigung der Arterien bis zu den Kapillaren eine einigermassen gleichmässige, so müsste auch die Stromgeschwindigkeit mit der Entfernung vom Herzen in regelmässiger Form abnehmen. Ob aber auf diese Weise einige wichtige physiologische Erfordernisse der Blutversorgung: gleichmässige Verteilung an Organe in verschiedenen Körperabschnitten; verschieden starker Bezug der Verbrauchsmenge an Blut durch das gleiche Organ je nach Bedarf; einheitliche Durchströmung des Kapillargebietes jedes einzelnen Organes, auf ihre Rechnung kämen? Wohl kaum!

Ein Ingenieur, der die Aufgabe hätte, bei einer Wasserversorgung diese Bedingungen zu erfüllen, würde in der Anlage wohl so verfahren: Er legte ein Reservoir an, dessen Speisung er einer periodisch arbeitenden Pumpe übertragen könnte. Vom Reservoir aus leitet ein verzweigtes Röhrensystem das Wasser an die Verbrauchsstellen. An den Abgabestellen sind Hähne eingesetzt, die je für grösseren oder geringeren Bedarf regulierbar sind. Die Verteilung des Wassers im Verbrauchsgebiet gehört in der Regel nicht mehr zu den Aufgaben des Wasserleitungsingenieurs, ebensowenig eine Rückleitung des verbrauchten Wassers zum Reservoir. Beides liesse sich indessen auch ohne Schwierigkeiten lösen. Eines aber gehört unbedingt zu jeder gleichmässig funktionierenden Wasserversorgung: Der Druck. Der Ingenieur erzielt diesen durch Hochlagerung seines Reservoirs, so hoch, dass auch bei stärkstem Verbrauch immer noch im ganzen Verteilungsröhrensystem ein beträchtlicher Überdruck bestehen bleibt. Bei allseitig geschlossenen Abflusshähnen ist der Druck an jeder Stelle dieses Röhrensystems einzig und allein abhängig von der Niveaudifferenz zwischen der Höhe des Wasserstandes im Reservoir und dem betreffenden Röhrenquerschnitt; bei horizontal gelagertem Röhrensystem ist also der Innendruck überall gleich, unabhängig von Form und Weite des Rohres, unabhängig von der Entfernung vom Reservoir. Wenn blos ein Reservoir von beschränkten Dimensionen zur Verfügung steht, in welches durch eine Pumpe, nehmen wir an, jede Sekunde ein dem ungefähren Verbrauch entsprechendes Wasserquantum eingeführt wird, so muss zwischen zwei Zuführungen der Wasserstand im Reservoir merklich sinken und um so viel sinkt auch der Wasserdruck. Der Wasserbehälter muss dann so hoch gelegt werden, dass derartige Schwankungen keinen wesentlichen Einfluss auf den durchschnittlichen Druck auszuüben vermögen, sondern dass stets noch ein genügender Minimaldruck erhalten bleibt. Es darf auch in einer guten Wasserleitung der Druck im Verteilungsröhrensystem keinen erheblichen Schwankungen ausgesetzt sein, wenn da oder dort ein Ableitungshahn mehr geöffnet wird. Die Berechnung und Prüfung einer derartigen Wasserleitungsanlage basiert im wesentlichen auf zwei Momenten: auf dem minimalen und dem maximalen Verbrauch.

Aus dem Verteilungsröhrensystem wird so ein Druckleitungsnetz; der Druck im Verbrauchsnetz, wenn ein solches in geschlossenen Kanälen angefügt ist, spielt keine Rolle; es genügt, wenn er so hoch ist, dass der Abfluss nicht stockt. Auf jeden Fall muss er aber niedriger sein als in der Druckleitung.

Genau den gleichen Bedürfnissen hat die Blutversorgung zu genügen. Wir dürfen daher erwarten, hier prinzipiell die gleichen Einrichtungen zu finden. Speziell muss das Arteriensystem allen physikalischen Bedingungen eines Druckleitungsnetzes entsprechen. Dass dies in anotomischer Beziehung bis in die Details hinein zutrifft, hat schon Volkmann (84) gezeigt, und Roux (60, 61), Fuchs (22), Thoma (75) und andere haben es weiter ausgeführt.

Aber auch die Physiologie erfüllt die physikalischen Gesetze. Nehmen wir das Arteriensystem als Ganzes, so können wir es ohne weiteres dem Druckleitungsnetz parallel setzen.

Es ist längst allgemein bekannt, dass im Arteriensystem ein beträchtlicher Überdruck herrscht, der den äussern Atmosphärendruck und jeden innern Gewebedruck übersteigt. Seit dem klassischen Experiment von Hales (26) im Jahre 1748, der in Röhren, welche er direkt in die Halsschlagadern grosser Säuger einsetzte, die Blutsäule auf über 6 Fuss Höhe steigen sah, haben wir ein Mass für die Grösse dieses Druckes. Eine grössere Zahl von Untersuchungen, welche Ludwig (41) und seine Schüler Mogk (48) und Spengler (66) in den Jahren 1844—47 und Volkmann (84) 1850 veröffentlichten, dehnten unsere Kenntnisse auf verschiedene Tierformen aus. Sie alle arbeiteten mit Quecksilbermanometern, die sie direkt mit dem Arterienlumen des lebenden Tieres in Verbindung setzten. In gleicher Weise haben als erste die Chirurgen Faivre und Albert

(1) anlässlich von Amputationen den Druck in Beinarterien des Menschen direkt gemessen.

Mit der Erfindung von Apparaten, die am lebenden Menschen eine Schätzung des Blutdruckes erlaubten, konnte ein reichliches Zahlenmaterial gewonnen werden, das in allen Verhältnissen eine Beurteilung des Blutdruckes bei Gesunden und Kranken ermöglicht. Es zeigte sich dabei, dass der arterielle Blutdruck unter physiologischen Verhältnissen eine grosse Gleichmässigkeit bewahrt, die auf eine bestimmte Gesetzmässigkeit deutet. Welche Gesetze zu Grunde liegen, bleibt noch festzustellen. Immerhin darf nach den Untersuchungen von Young (94), Poiseuille (53), Spengler (66), von Marey (44) und den, trotz theoretischem Widerspruch, damit übereinstimmenden Ergebnissen von Volkmann (84) angenommen werden, dass auch praktisch die Blutdruckwerte beim gleichen Individuum im ganzen Arteriensystem sich auf annähernd gleicher Höhe halten. Das beweisen auch neuere Experimente von Huerthle (31), der, von entgegengesetzten Voraussetzungen ausgehend, doch in Brachialis und Femoralis vom Hund fast gleich hohen Druck fand. Auch Thoma (78) ist auf Grund theoretischer Erwägungen der Ansicht, dass, wenigstens in den grösseren Arterienstämmen, keine anderen Druckdifferenzen bestehen, als der verschiedenen Niveauhöhe entspricht.

Zum gleichen theoretischen Schluss führt uns auch nach dem oben Gesagten der Vergleich mit dem Druckleitungsnetz. Um eine möglichst gleichmässige Abgabe von Blut an die verschiedenen Kapillarnetze auch bei verschiedener physiologischer Beanspruchung zu erreichen, ist es notwendig, dass auf allen Ausflussöffnungen aus dem Arteriensystem, d. i. an allen Übergängen ins Kapillargebiet, ein möglichst gleichmässiger Druck lastet. Das ist nur dann der Fall, wenn im Arteriensystem als Ganzem ein innerhalb geringer Grenzen konstanter Blutdruck herrscht, gegen welchen der Kapillardruck stark abfällt. Auch die letztere Voraussetzung stimmt, denn der Blutdruck in den Kapillaren bleibt mit 15—30 mm Hg um ca. 100 mm hinter dem Arteriendruck zurück.

Die wichtigsten Schwankungen des intraarteriellen Druckes sind teils statischen, teils dynamischen Ursprungs.

Die statischen Momente sind noch nicht genügend gewürdigt und erforscht. Ich selbst kann darüber auch nur weniges sagen. Es handelt sich dabei einesteils um Differenzen zwischen verschiedenen Individuen, andernteils um solche in ein und demselben Organismus. So fand ich, den systolischen Blutdruck in der A. femoralis eines 29jährigen gesunden Mannes zu 120 mm Hg, annähernd gleich dem entsprechenden Druck in der A. brachialis mit 116 mm, bei horizontaler Lage. Beim gleichen Manne stieg im Stehen der Druck in der Femoralis auf 138 mm Hg, während der Druck in der Brachialis unverändert blieb. Die Druckzunahme im Stehen entspricht ungefähr dem $\frac{1}{2}$ Bodendruck einer Blutsäule von 60 cm Höhe, und so viel betrug auch die Niveaudifferenz der Meßstellen am Arm und am Oberschenkel.¹) Diese Druckschwankung ist also eine rein statische. Auf dieselbe Weise erklärt es sich, wenn Leute von hohem Körperbau grössere Blutdruckwerte aufweisen als Kinder und kleine Leute.²) Doch muss ich mich heute mit diesen Andeutungen begnügen, da uns, wie gesagt, hierüber noch kein grösseres Vergleichsmaterial zur Verfügung steht.

Besser unterrichtet sind wir über die dynamischen Quellen der Blutdruckschwankungen. Da kommen in erster Linie die Phasen der Herztätigkeit in Betracht, die sich bekanntlich äussern in Steigen des Druckes mit der systolischen Füllung des Arteriensystems zum maximalen Blutdruck, und Abschwellen während der Diastole infolge allmähliger peripherer Entleerung bis zum Niveau des minimalen Blutdruckes. Dass das arithmetische Mittel der beiden Werte als mittlerer Blutdruck und ihre Differenz als Pulsdruck bezeichnet wird, ist bekannt. Alle Lehrbücher der Physiologie und Pathologie arbeiten mit diesen Begriffen; übersichtliche Darstellungen hierüber finden sich u. a. in Sahlis „Untersuchungsmethoden“ (65) und in Eulenburgs „Realenzyklopädie“ im Abschnitt: Herzkrankheiten von Brugsch (9). An beiden Stellen wird auch über die Messverfahren kritisch berichtet.³)

Ebenfalls als physiologisch-dynamische Blutdruckschwankungen sind die Änderungen infolge von Arbeitsbeanspruchung des Herzens zu betrachten (Masing [45]). Auch hier fehlt noch das erforderliche grosse Zahlenmaterial. Doch steht fest, dass wenigstens der systolische Blutdruck nach körperlichen Anstrengungen ansteigt; geringer oder verschwindend scheint nach Stursbergs (69) Untersuchungen die Zunahme des diastolischen Druckes zu sein. Ich rede auch hier wie zuvor nur von physiologischen Verhältnissen und lasse Pathologisches bei Seite. In ähnlicher Weise kann die Aufnahme von Speisen und Getränken den Blutdruck erhöhen. Aber sie sowohl wie die Arbeitsleistung haben nur einen kurz vorübergehenden Einfluss auf den Blutdruck, und auch da ist die Grösse der Schwankung im

---

¹) Vergl. Blumberg (6).

²) Vergl. Oppenheimer und Bauchwitz (52).

³) Vergl. auch Frank (21) l. c.

Verhältnis zur absoluten Höhe des Blutdruckes eine geringe, speziell was den minimalen Druck betrifft.

Es bleibt demnach von den dynamisch bedingten Blutdruckschwankungen als wichtig und konstant nur die periodische Bewegung zwischen diastolischem und systolischem Blutdruck.[1]) Beide Werte werden, wie schon bemerkt, vom gleichen Individuum und unter verschiedenen Individuen von gleicher Konstitution mit grosser Zähigkeit festgehalten, und bei Störungen durch äussere Bedingungen wird möglichst rasch ein Ausgleich gesucht.

Ich habe mir die Aufgabe gestellt, die statischen Grundlagen des Blutdruckes zu untersuchen. Dabei darf ich aber die dynamischen Faktoron der wechselnden Füllung und Leerung des Arteriensystems entsprechend den Pulsphasen keineswegs auser acht lassen; denn gerade der Füllungszustand spielt eine bestimmte Rolle in der Regulierung des Blutdruckes. Ich kann indessen in der Bewegung einen einzelnen Moment herausgreifen, und dessen statische Bedingungen analysieren. Als solche Momente ergeben sich ohne weiteres die zwei Grenzpunkte der Schwankung: Der Augenblick der Systole, wo mit der stärksten Füllung der Arterie der Innendruck am höchsten steht, und das Ende der Diastole, wo Füllung und Druck den tiefsten Stand erreichen. Ich komme damit zurück auf den Vergleich mit der Wasserleitung, bei welcher entsprechend den beschränkten Dimensionen des Reservoirs auch die Druckschwankungen, verursacht durch wechselnde Füllung, sich geltend machen.

In gleicher Weise können auch die Bewegungserscheinungen, die sich aus der Konkurrenz von treibender Kraft und Widerstand ergeben, auf statische Zustände reduziert werden. Betrachten wir mit Tigerstedt (81) das Arteriensystem als ursprünglich leer, und nehmen wir an, dessen Füllung werde durch die Herztätigkeit eben begonnen. Jede Ventrikelkontration fördert ein bestimmtes Quantum Blut in das Schlagadernetz, dessen Abfluss in die Kapillaren wir uns einstweilen als geschlossen denken wollen, bis das ganze Netz glatt gefüllt ist. Nehmen wir an, dass dies mit zehn Herzschlägen geschehen sei, und dass damit die Herztätigkeit sistiere, indem die Aorta zentralwärts gegen Zu- und Abfluss geschlossen wird. Wären die Adern unnachgiebige Röhren, so befände sich in diesem Augenblick das Blut in ihnen in vollkommener Ruhe ohne jeden Druck. Auch das Öffnen der Abflussrohre könnte in diesem Moment keinen Austritt von Blut bewirken, weil eben intraarteriell kein Überdruck besteht. Ich bezeichne diejenige Blutmenge, die notwendig ist, um das Arteriensystem oder eine einzelne Ader ohne Druck zu füllen, als tote Kapazität. Sie ist auch im Leben lediglich Füllmasse und spielt bei der Blutbewegung keine Rolle. Wir können sie der Reserveluft der Lunge vergleichen.

---

[1]) Ältere Autoren massen der Respiration einen grossen Einfluss bei, was sich seither als Verwechslung mit den Pulsschwankungen herausgestellt hat.

Setzt in diesem Stadium die Herzaktion aufs neue ein, so wirft jede Ventrikelsystole einen Überschuss an Blut in die Arterien, der seinen Abfluss in die Kapillaren sucht. Wären die Schlagadern nicht dehnbar, so müsste der Abfluss in genau der gleichen Zeit vor sich gehen, wie die Füllung, der Blutstrom in den Kapillaren bewegte sich also ebenfalls stossweise vorwärts. Die Dehnbarkeit der Arterienwand bringt es aber mit sich, dass sie bei erhöhtem Druck eine grössere Menge Flüssigkeit aufnehmen kann, als ihrer toten Kapazität entspricht. Unbedingte Voraussetzung dafür, dass dies geschieht, ist ein grösserer Widerstand beim Blutabfluss als beim Blutzufluss, sodass ersterer gegenüber dem letztern verzögert wird. Die Abflussöffnungen aus dem Arteriennetz ins Kapillarsystem sind nun bekanntlich gegeben in den sog. kleinsten Arterien oder Übergangsarterien. Sie sind es, die dem Blutaustritt aus dem Schlagadergebiet den erforderlichen Widerstand entgegensetzen können. Bei ihrer grossen Zahl bieten sie dem Reibungswiderstande des Blutes eine grosse Fläche dar, was dessen Vergrösserung bewirkt. Damit aber dieser Widerstand höher sei als in den zuführenden Arterien, ist es weiterhin nötig, dass der Gesamtquerschnitt der Übergangsarterien kleiner sei, als derjenige der zuführenden Gefässe, um durch Erzwingung einer Strombeschleunigung den Widerstand zu potenzieren. Dass diese kleinsten Arterien auch starke Elastika und kräftige Ringmuskeln besitzen müssen, wenn sie imstande sein sollen, den Widerstand im erforderlichen Masse zu regulieren, ist selbstverständlich.¹)

Angesichts des Widerstandes, welchen der Abfluss findet, muss bei fortgesetztem Zufluss die Füllung des Arteriensystems und damit dessen Dehnung allmählich wachsen. Dieser Dehnung setzt nun das Arterienrohr selbst einen zunehmenden Widerstand entgegen vermöge der Elastizität seiner Wandung. Diese, im Bestreben, die Dehnung rückgängig zu machen, zwingt die überschüssige Blutmenge, welcher bei geschlossenen Klappen der Rückzug ins Herz abgeschnitten ist,

---

¹) Ich verkenne damit keineswegs, dass ein wesentlicher Teil der Strömungsenergie des Blutes noch in den Kapillaren aufgezehrt wird, ich betone aber, dass der Regulierwiderstand für den Abfluss und damit für den arteriellen Druck in den Übergangsarterien liegt.

nach dem Kapillargebiet abzufliessen. Ich bezeichne diejenige Blutmenge, welche eine Arterie vermöge der elastischen Dehnbarkeit ihrer Wand bei erhöhtem Füllungsdruck über ihre tote Kapazität hinaus aufzunehmen imstande ist, als elastische Kapazität. Sie allein kann durch die elastische Zusammenziehung der Arterienwand wieder weiterbefördert werden; sie allein hat Anteil an der Blutbewegung.

Aber nicht die ganze elastische Kapazität des Arteriensystems beteiligt sich an der Zirkulation. Bei genügend langer Dauer der Herzdiastole könnte sich die ganze Blutmenge, soweit sie die tote Kapazität übersteigt, in die Kapillaren entleeren, so dass zu Beginn der nächsten Systole der intraarterielle Druck auf 0 gesunken wäre. Das ist bekanntlich nicht der Fall. Denn bevor diese Entleerung eine vollständige ist, tritt durch eine neue Kammerkontraktion ein neues Quantum Blut in die Aorta. Das führt zu neuer Dehnung der Arterien mit entsprechender Wandspannung, und verhindert das Absinken des Blutdruckes. Die zunehmende elastische Spannung der Arterienwand übt einen immer stärker werdenden Druck aus auf den Inhalt. Dieser auf dem Blut lastende Druck erreicht schliesslich eine Höhe, die den Widerstand der Übergangsarterien überwindet. Dann, wenn also der Blutdruck ein bestimmtes Niveau erstiegen hat, fliesst während der Diastole des Ventrikels die gleiche Blutmenge aus dem Arteriensystem ab, wie ihm in der Systole zugeführt wird: es sind Zufluss und Abfluss im Gleichgewicht. Und diese Gleichgewichtslage wird gewährleistet durch eine bestimmte Grösse der elastischen Wandspannung der Arterien oder, was dasselbe ist, des intraarteriellen **Blutdruckes.**

Diese Gleichgewichtslage pendelt zwischen den beiden Extremen der höchsten Systole und der tiefsten Diastole. Die beiden Phasen kennzeichnen eine Umkehr in der Kräftegruppierung und bedeuten daher einen momentanen Stillstand, einen Ruhepunkt in der Bewegung. In diesem Sinne können sie statisch erfasst und beurteilt werden.

Damit sind die physikalischen Vorbedingungen für eine gleichmässige, den Bedürfnissen sich anpassende Blutversorgung in gleicher Weise gegeben, wie dies in meinem Beispiel von der Wasserleitung der Fall ist. Auf allen Ausflussöffnungen, d. i. auf den zentralen Mündungen der kleinsten Arterien lastet gleichmässig derselbe relativ bedeutende Überdruck; dessen konstante Höhe ist auch im Minimum so gross, dass die Schwankungen, die sich ergeben aus der stärkern oder schwächern systolischen Füllung, aus der Erweiterung oder

Verengerung einzelner Abflussbezirke, aus der verschiedenen Körperlage, im Verhältnis dazu gering sind.

Diese theoretischen Deduktionen werden gestützt durch die Tatsachen. Der intraarterielle Druck hat tatsächlich eine Höhe, die auch im Minimum die Breite der periodischen und aperiodischen Schwankungen wenigstens um das Doppelte übersteigt. Soweit zuverlässige Untersuchungen reichen, hat sich der arterielle Blutdruck im Schlagadersystem vom Aortenursprung bis zu den kleinsten gemessenen Arterien als annähernd gleich hoch erwiesen. Demgegenüber zeigt sich der Druck in den Kapillaren als rapid gefallen, und seinerseits ebenfalls von grosser Konstanz. Der Pulsstoss dringt vor bis in die letzten beobachteten Verzweigungen der Arterien und endigt an der Schwelle der Kapillaren; in diesen ist der Blutstrom überall ein ununterbrochener, wenn auch seine Geschwindigkeit einige Ungleichheiten aufweisen mag. Dieses Faktum ist aus mikroskopischen Beobachtungen an Tieren genügsam bekannt; dass es auch für den Menschen gilt, konnte ich (15) an mir selbst sehr schön in den Netzhautkapillaren erkennen. Über gleiche Beobachtungen berichtet E. Weiss (89, 90), dem es gelang, die Strömung des Blutes in den Fingerspitzen des lebenden Menschen mikroskopisch zu sehen. Es wirkt also nicht nur die Aorta, nach dem zutreffenden Vergleich von Huerthle (15), als Windkessel, sondern das Schlagadernetz im ganzen, wie schon E. H. Weber (87) annahm.

Wie ich bereits andernorts (14) auseinandersetzte, ist es meiner Ansicht nach gerade „die physiologische Forderung der Kontinuität des Blutstromes in den Kapillaren, wonach die Druckhöhe sich richtet.“ Es verhält sich damit genau so wie in dem angeführten Beispiel der Wasserversorgung mit relativ kleinem Reservoir von periodischer Füllung. Bei geringer Druckhöhe kann sich hier die jedesmalige Nachfüllung bis über die Ausflussöffnungen hinaus geltend machen. Ist aber der Druckzuwachs infolge der schubweisen Füllung nur ein verhältnismässig kleiner Bruchteil des konstanten Minimaldruckes, dann wird diese periodische Druckdifferenz an den Abflusshähnen verschwinden.

Ich habe mehrfach den Vergleich eines Wasserreservoirs herangezogen. Wo ist nun dieses Reservoir bei der Blutzirkulation zu suchen? Dass das Schlagadernetz als Äquivalent der Druckleitung anzusehen ist, ist ohne weiteres verständlich. Es ist aber gleichzeitig das geforderte Blutreservoir; denn vermöge seiner Dehnbarkeit kann es eine bedeutende Menge Blut aufspeichern zu späterer Wiederabgabe. Diese reservierte Blutmenge ist nichts anderes als die elastische

Kapazität des Arteriensystems. Und zwar müssen wir hier, gleich wie beim Beispiel der Wasserversorgung, zwei Stufen von Reserveblut unterscheiden, abgesehen von der toten Kapazität. Ein Teil desselben dient zur Erhaltung des notwendigen Minimaldruckes, im Wasserreservoir durch Nivellierung des Wasserspiegels, in den Arterien durch Ausfüllung und Dehnung bis zur Erzielung der verlangten Wandspannung auf der Höhe des minimalen Blutdruckes. Ein darüber hinausgehendes Quantum wird jeweilen periodisch nachgefüllt und fliesst in der Füllungspause wieder ab. Es entspricht dem Schlagvolum des Herzens und erzeugt bei seinem Eintritt ins Arteriensystem einen Druckzuwachs, der gleich ist dem Pulsdruck.

Mit diesen Ausführungen ist eine Erklärung der grundlegenden Bedeutung des arteriellen Blutdruckes für die Zirkulation gegeben. Die Statik des arteriellen Blutdruckes selbst habe ich zurückgeführt auf das Verhältnis des Füllungszustandes zur elastischen Wandspannung der Arterie.

2. Elastizität und Dehnbarkeit der Arterien.

Die Wandspannung einer Arterie wird bedingt durch ihre Dehnbarkeit und ihre Elastizität. Unter ersterer ist zu verstehen die Fähigkeit, einem Druck oder Zug nachgebend grössere Dimensionen in Umfang und Länge anzunehmen; letztere wirkt solcher Dehnung entgegen und ist bestrebt, sie mit Nachlassen der dehnenden Kraft wieder auf das frühere Mass auszugleichen. Die Elastizität der gesunden Arterie darf bis weit über die Grenzen der physiologischen Belastung hinaus als eine vollkommene angesehen werden, d. h. die Arterienwand nimmt mit dem Aufhören der formändernden Kraft genau ihre vorherige Ausdehnung wieder ein. Demgemäss sind Dehnbarkeit und Elastizität von einander abhängige Begriffe, die sich, was die Verhältnisse bei den Arterien anbetrifft, gegenseitig ergänzen.

Ich möchte bei Besprechung des Begriffes der Elastizität noch kurz zwei Punkte berühren:

Die Vollkommenheit der Arterien-Elastizität ist keine absolute. Allerdings kehrt die Arterienwand nach jedem Pulsstoss wieder ohne Rest zu ihrer früheren Ausdehnung zurück; auch viele Millionen Pulsschläge hinterlassen keine merkbare Erweiterung. Aber im Lauf der Jahrzehnte macht sich doch die fortgesetzte Beanspruchung durch die Pulswelle geltend: die Arterienwand gibt dem Drucke nach in Umfang und Länge. Die Folge ist eine langsam zunehmende Erweiterung und Verlängerung des Arterienrohres, wie dies besonders schön hervorgeht aus den Messungen von Suter (70) an einer grossen

Zahl von Aorten aus verschiedenen Altersstufen. Der Aortenumfang wächst von ca. 5—6 cm im Alter zwischen 20 und 40 Jahren auf 7—9 cm bei Leuten über 60 Jahren. Die Längsdehnung zeigt sich darin, dass, wie Hiller (30) mass, bei jugendlichen Erwachsenen die Aorta in ihrer Anheftung an der Wirbelsäule gedehnt ist; im mittleren Alter entspricht ihre Länge der Strecke der Wirbelsäule, welcher sie anliegt, und im höheren Alter beweist ihre Schlängelung, dass sie im Verhältnis zur Wirbelsäule länger geworden ist. Das gleiche fand ich bei den von mir nachstehend beschriebenen Untersuchungen an Carotis und Femoralis: wie aus den Tabellen hervorgeht, wächst bei alternden Arterien die tote Kapazität absolut und relativ zu ihrer Länge.

Der Begriff der Elastizität wird nicht überall im gleichen Sinne gebraucht, was zu Missverständnissen Veranlassung geben kann. Man nennt landläufig die Elastizität gross, wenn sie eine starke Dehnung erlaubt und dieselbe rasch und vollständig wieder ausgleichen kann. Umgekehrt bezeichnen manche Physiker und mit ihnen Thoma (79) und Triepel (82) die Elastizität eines Körpers dann als umso grösser, je geringere Dehnung sie gestattet. Mir erscheint die Definition Foeppls (19) am treffendsten: „Elastizität ist allgemein die Fähigkeit eines Körpers, Formänderungsarbeit in umkehrbarer Weise aufzuspeichern.“ Danach ist die Elastizität eine Eigenschaft, was mit der landläufigen Art, den Begriff zu gebrauchen, gut im Einklang steht. In der Verwendung von Thoma u. a. wird sie als Kraft gefasst. Der Gebrauch des einen Wortes in beiden Auffassungen führt zu Unsicherheit. Ich schlage daher vor, als Elastizität eine Eigenschaft der Körper zu bezeichnen im Sinne von Foeppl, und die entsprechende Kraft unmissverständlich elastischen Widerstand zu nennen, wie ich auch von elastischer Dehnbarkeit rede. Dann wäre unter Verminderung der Elastizität zu verstehen die Abnahme der Fähigkeit, eine durch äussere Kraft gesetzte Formänderung wieder auszugleichen, was gleichbedeutend ist mit dem Verlust der vollkommenen Elastizität. Dies entspricht dem allgemeinen Sprachgebrauch.

Die Definition Foeppls sagt uns noch etwas wichtiges: Zur elastischen Dehnung, d. i. zur Überwindung des elastischen Widerstandes, muss Arbeit geleistet werden; im Blutkreislauf ist dies die Herzarbeit. Diese Arbeit findet sich in der elastischen Spannung der Arterienwand aufgespeichert als potentielle Energie. Mit der allmählichen Rückkehr der Ader zur diastolischen Ausdehnung gleicht sich die systolische Spannung wieder aus und verwandelt sich wieder in effektive Arbeit, d. i. in Blutbewegung.

Es mag hier der Ort sein, vom Anteil der Gefässmuskulatur an der Blutzirkulation zu reden. Von neuern Autoren schreibt ihr speziell Hasebrock (28) eine grosse Bedeutung zu für die Propulsion des Blutes in den peripheren Gefässbezirken. Er mag damit für einfach gebaute Organismen mit nicht oder wenig differenziertem Herzen Recht haben. Beim Menschen und den ihm nahestehenden Tieren mit ihrem dominierenden Zentralorgan für die Blutbewegung halte ich seine Schlüsse für unzutreffend.

Von der Muskulatur der Arterien fallen hier einmal die Längsmuskeln völlig ausser Betracht: sie sind so sporadisch verteilt und, wo sie vorkommen, so schwach, dass sie zu regelmässiger, wirksamer Kraftentfaltung gar nicht befähigt sind. Es könnten also dafür nur die Ringmuskeln in Frage kommen. Wir wissen, dass die physiologischen Eigenschaften der glatten Muskulatur eine peristaltische Kontraktion mit Fortschreiten des Reizes von einer Faser zur andern bedingen. In dieser Weise geht auch die Kontraktion des Herzschlauches vor sich. Aber es ist ein grosser Unterschied zwischen Herz und Schlagaderbaum. Die Kontraktionswelle des Herzens durchläuft in der Zeit vom Beginn der Vorhofsystole bis zum Ende der Ventrikelsystole die kurze Strecke der Herzabschnitte, und die Kontraktionswelle der Arterien sollte in fast derselben Zeit das Arteriennetz von einem bis zum andern Ende durchlaufen? Unmöglich, auch wenn man nicht in Rechnung zieht, dass die Zusammenziehung bei den glatten Muskeln viel langsamer erfolgt als bei den quergestreiften.[1] Was daher bei einfach gebauten Wirbellosen möglich und zweckmässig sein mag, die peristaltische Mitarbeit der Arterienmuskulatur an der Blutbeförderung, ist unter den komplizierten menschlichen Verhältnissen mit der grossen Geschwindigkeit des Blutstromes ausgeschlossen und wurde deshalb durch die stärkere und selbständigere Herzarbeit ersetzt.

Auch ein anderes Bedenken habe ich gegen die aktive Mitwirkung der Gefässmuskeln an der Blutbewegung. Der Muskel leistet seine Arbeit durch Kontraktion. Würde sich die Arterienmuskulatur synchron mit dem Abfliesen der Pulswelle zusammenziehen, so wäre ihr Kontraktionszustand am stärksten am Ende der arteriellen Leerung. Eine neu eintreffende Pulswelle träfe dann die Arterienwand in ihrer unnachgiebigsten Phase, und die pulssystolische Dehnung der Ader stiesse gerade im Beginn auf den grössten Widerstand. Das direkte Gegenteil ist theoretische Forderung und praktische Tatsache: die

---

[1] Vergl. F. Müller (51).

Arterienwand ist am Ende ihrer Pulsdiastole im Zustande ihrer tiefsten Erschlaffung, ein Beweis, dass die elastische Spannung nachgelassen hat und eine Muskelkontraktion nicht eintritt. Die Arterienmuskulatur tritt in Funktion nicht zur Weiterbeförderung der Pulswelle, sondern zur länger dauernden Verengerung, wenn ein Arteriengebiet zu Gunsten eines andern einen verminderten Blutdurchfluss erhalten soll. Gleiche Schlussfolgerungen zieht auch Hess (29) aus seinen Experimenten.

Möglicherweise muss in krankhaften Fällen der Kontraktionszustand der Gefässmuskulatur auch den mangelhaften Widerstand einer degenerierten Elastika verstärken helfen, wodurch dann eine vielleicht schon bestehende Starrheit der Arterie vergrössert und der Widerstand gegen die Pulswelle erhöht wird. Diese Verhältnisse können bei der Arteriosklerose eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen. Jedenfalls ist es die Verengerung der kleinsten Arterien, welche gerade in dieser Krankheit den Blutdruck auf kranhhafter Höhe hält.

Die Frage der Elastizität und Dehnbarkeit der Arterien habe ich bereits in meinen mehrfach erwähnten Versuchen über die elastische Kapazität besprochen. Es bleibt mir noch übrig, das Beweismaterial für die dort aufgestellten Schlüsse ausführlicher zu bringen, und Vergleiche zu ziehen mit den Resultaten anderer Autoren.

Einer Besprechung der speziellen Verhältnisse von Elastizität und Dehnbarkeit der Arterien muss ich die wichtigsten Sätze aus der Lehre von der Elastizität im Allgemeinen vorausschicken. Diese Lehre basirt auf dem im Jahre 1678 von Hooke aufgestellten Gesetz: „Ut tensio sic vis“. In weiterer Ausführung lautet das Gesetz: Die Längenänderung, die ein Körper durch Druck oder Zug erleidet, ist proportional der belastenden Kraft, proportional der ursprünglichen Länge, umgekehrt proportional dem Querschnitt; sie ist ferner abhängig vom Material (zitiert nach Tallquist). Diese Abhängigkeit ist für ein bestimmtes Material konstant. Ihre Grösse wird bestimmt durch den Quotienten: $\frac{\triangle l}{l}$ wobei mit l die ursprüngliche Länge und mit $\triangle l$ das Mass der Längenänderung bezeichnet werden soll. Man nennt diesen Quotienten den Elastizitätskoeffizienten einer bestimmten Substanz, und setzt dafür das Zeichen ε. Darunter ist also zu verstehen der Längenzuwachs (resp. die Verkürzung), welche die Längeneinheit eines Stabes vom Querschnitt 1 erfährt, wenn er durch Zug (Druck) vom Gewicht 1 belastet wird. Häufig wird auch den Elastizitätsberechnungen der Elastizitätsmodul E zu Grund gelegt, oft irrtümlich auch als Elastizitätskoeffizient bezeichnet; das ist der Quotient aus der elastischen Spannung oder, was dasselbe ist, aus der dieselbe herbeiführenden Kraft durch die spezifische Längenänderung. Bezeichnet man diese Kraft mit σ so ist $E = \sigma \frac{1}{\varepsilon}$. E und ε stehen demnach im reziproken Verhältnis; und da ε ein kleiner Bruch ist, so repräsentiert E eine vielstellige positive Zahl.

Ich lasse zum spätern Vergleich mit entsprechenden Werten meiner Arterienuntersuchungen einige Zahlen von bekannten Körpern folgen (nach Moussons Physik):

	ε	E
Gold (Wertheim)	0,00017905	5585
Eisen (Berry)	0,00004809	20794
Glass (Wertheim)	0,0001425	7917
Marmor „	0,000392	2609
Eschenholz, longitudinal	0,000893	1121,4

In allen diesen Prüfungen ist als Gewichtseinheit 1 kg angenommen. Bei Zugrundelegung von 1 g als Einheit ist ε durch 1000 zu dividieren, resp. E mit 1000 zu multiplizieren.

Elastizitätskoeffizient mit Elastizitätsmodul sind bei einer grossen Zahl von Körpern unveränderlich. Doch gilt das nicht für jeden Grad von Belastung. Für jeden Körper existiert eine Elastizitätsgrenze. Geht die Dehnung oder Kompression darüber hinaus, so kann eine Reduktion auf die frühere Form nicht mehr eintreten. Dass damit die Proportionalität zwischen Formänderung und bestimmender Kraft ihr Ende erreicht, ist selbstverständlich. Aber auch schon bevor die Belastung die Elastizitätsgrenze überschritten hat, hört diese Proportionalität auf. Der Elastizitätskoeffizient wächst, resp. der Elastizitätsmodul wird kleiner. Dadurch erhält die zuvor gradlinig verlaufende Dehnungskurve (vergl. Fig. 9, Taf. II) eine zur Abszissenaxe konvexe Biegung, und der Winkel zwischen ihr und der Abszisse (dessen Kotangens = E ist) wird grösser. Wir werden sehen, dass der Kurvenverlauf lebender Gewebe gerade die gegenteilige Richtung nimmt.

Die ersten genauen und ausführlichen Untersuchungen über die Elastizität und Dehnbarkeit lebender Gewebe verdanken wir Wertheim (91). Er prüfte durch Anhängen von Gewichten an Streifen von abgemessenen Dimensionen Knochen, Muskeln, Sehnen, Nerven, Arterien und Venen. Übereinstimmend fand er bei all' diesen Geweben, was schon vor ihm W. Weber (88) an Seidenfäden festgestellt hatte, dass hier das Hookesche Gesetz von der Proportionalität zwischen Dehnung und Belastung keine Geltung hat. Er sagt: „Wenn man eine Linie konstruiert mit der sukzessiven Belastung als Abszissen und den entsprechenden Verlängerungen als Ordinaten, so findet man nicht eine gerade Linie wie bei den unorganischen Körpern, sondern eine Kurve, die sich sehr einer Hyperbel nähert, deren Scheitel im Nullpunkt der Koordinaten liegt. Deren Gleichung ist $y^2 = ax^2 + bx$."

Was speziell die Arterien anbetrifft, arbeitete Wertheim mit einer Zugbelastung von 14—166 g pro mm² Querschnitt, u. a. an Aa. femorales von Menschen verschiedener Altersstufen. Bei Belastung über 100 g trat regelmässig Zerreissung ein.

Ich habe aus seinen Zahlen nach der Formel $\frac{\triangle l}{l}$ den Elastizitätskoeffizienten ε berechnet, und auf die Gewichtseinheit von 1 g reduziert, und in Tab. I die Resultate zusammengestellt:

Tabelle I.

Person	Länge mm	Dehnung mm $\triangle l$	Last g	Elast.-Koeff. ε
1. w. 21 J.	197,0	48,45	14	0,0176
„ „	198,0	53,7	28	0,00969
2. m. 30 J.	170,5	18,57	20	0,00583
	„	31,5	41	0,00451
	„	43,5	83	0,00307
3. w. 70 J.	125,7	2,0	28 [1]	0,00057

Aus dieser kleinen Zusammenstellung erkennt man folgende wichtige Punkte:

1. Der auf diese Weise berechnete Elastizitätskoeffizient der Arterien ist wesentlich grösser als derjenige der auf Seite 556 aufgeführten toten Substanzen.

2. Der Elastizitätskoeffizient der Arterien ist inkonstant. Er nimmt ab unter sonst gleichen Bedingungen:

a) mit der steigenden Belastung bei ein und derselben Ader;

b) mit zunehmendem Alter bei gleicher Belastung.

Daraus geht hervor, dass für die Arterien ein Elastizitätskoeffizient im Sinne einer Konstanten sich nicht wie bei Metallen berechnen lässt. Wenn eine solche Konstante existiert, so muss sie nach andern Formeln gefunden werden.

---

[1] Im Original steht als zweifelloser Druckfehler 0,428 kg; nach dem ganzen Zusammenhang ist meine Korrektur richtig; die 4 muss durch 0 ersetzt werden.

Triepel (82) hat den Versuch gemacht, aus eigenen und andern Messungen nach den in der Technik üblichen Formeln den Elastizitätsmodul von verschiedenen Arterien (und andern Geweben) zu berechnen, und dabei selbstverständlich für jedes Gewicht und jede Arterie wechselnde Zahlen gefunden. Ich halte einen solchen Versuch für verfehlt, denn mit solchen Zahlen lässt sich nicht rechnen. Um damit rechnen zu können, muss ein Elastizitätsfaktor, der das spezifische Mass der Dehnung ausdrückt, in ein konstantes Verhältnis zur Kraft, das ist zur Belastung gebracht werden.

Diesen Anforderungen entspricht auch die Formel von Moens (47), (die übrigens noch andere Faktoren enthält) nicht, weil auch er das Gewicht nicht eliminieren konnte.

Von allen bisher aufgestellten Berechnungen hat nur Wertheim mit seiner oben zitierten Formel (einer quadratischen Gleichung) der Dehnbarkeit der Arterien konstante Grössen — a und b — untergelegt. Ich werde später erörtern, wie weit seine aus wenigen zum Teil unvollkommenen Versuchen abgeleitete Gleichung allgemeine Gültigkeit beanspruchen darf.

Ausser den bereits Genannten weist die Liste der Autoren, die sich mit der Elastizität der Arterien befassten noch zahlreiche Namen auf.

Wundt (93) glaubte, aus seinen Versuchen auf Proportionalität zwischen Zug und Dehnung schliessen zu können; wahrscheinlich litten seine Untersuchungsobjekte (Gefässe und andere organische Gewebe) durch Eintrocknen. Schon Wertheim beobachtete, dass durch Eintrocknen der elastische Widerstand wächst, und dass sich damit die Dehnungskurve der Geraden, das ist dem Verhalten unorganischer Substanzen, nähert.

Beachtenswert sind die Untersuchungen von Roy (62) besonders wegen der Sorgfalt, mit welcher sie durchgeführt wurden. Als Mass für die Dehnung nahm er den Volumzuwachs einer Arterie bei Einpressen von Luft unter verschiedenem Druck. Diesen Volumzuwachs registrierte er auf dem Kymographion. Die Wiedergabe der Beschreibung seiner Aparatur würde hier zu weit führen. Ich erwähne nur als wichtigstes Resultat, dass bei seinen Untersuchungsobjekten (Ratte, Katze, Hund, Kuh) die Dehnungsfähigkeit der verschiedenen Arterien sich als maximal herausstellte bei Belastung in der Höhe des normalen Blutdruckes, also bei Ratten bei etwa 60—80 mm Hg¹).

---

¹) Bei Menschen gilt dies nach Roys Angaben nur für Personen bis zum 20. Jahr.

Auf spezielle Zahlen komme ich später zurück. Lesenswert sind daneben seine einleitenden Bemerkungen über die physikalischen Grundlagen und seine kritische Literaturübersicht.

Aus der Arbeit von Hiller (30) erwähnte ich bereits dessen Messungen der Aortenlänge bei verschiedenem Lebensalter im Verhältnis zur Wirbelsäule. Er prüfte ferner auch die Dehnbarkeit der herausgeschnittenen Aorta durch Zugbelastung mit 1 kg pro 1 cm Länge. Dabei zeigten sich auch wieder deutliche Altersunterschiede: Der Grad der Dehnung im jugendlichen, mittleren und höhern Alter verhält sich nach ihm wie 16 zu 12 zu 8, sinkt also in arithmetischer Progression.

Wie auf andern Gebieten der Gefässlehre begegnen wir auch hier Thoma (74, 75, 79), der mehrere Arbeiten hierüber selbst publizierte und durch seine Schüler Luck (40) und Kaefer (34) veröffentlichen liess. Besonders seine Untersuchung gemeinsam mit dem letzteren (79) bringt zahlreiches Material, das speziell zur Klärung der Arteriosklerosenfrage verwertet wird. Auch diese Autoren messen die Dehnung verschiedener Iliaceae externae an der Zunahme des Umfanges bei Einpressen von Luft unter verschiedenem Druck. Ihr Apparat ist sehr minutiös gestaltet, konnte aber Beobachtungsfehler, wie sie sich aus der Beschaffenheit des Materials ergaben, nicht mit Sicherheit verhüten. Ihre von der menschlichen A. iliaca externa erhaltenen Zahlen besagen, dass gegenüber gesunden Arterien die Dehnbarkeit zunimmt im Beginn der Arteriosklerose und abnimmt bei fortgeschrittener Krankheit. Die Dehnungskurve der einzelnen Arterien in der Querrichtung bei steigender Belastung vergleichen sie ebenfalls einer Hyperbel, allerdings ohne hiefür mathematische Beweise zu bringen.

Auch die Abhandlung Suters (70) erwähnte ich bereits. Er mass die Dehnbarkeit seiner menschlichen Aorten durch Zugbelastung eines 5 cm breiten Wandstreifens in der Querrichtung. Die Last rechnete er um in Druckwerte Quecksilberhöhe pro cm^2, wodurch sich ein Vergleich mit dem Blutdruck ziehen lässt. Es entspricht nach ihm z. B. ein Zug von 1167 g an einem Arterienstück von 5 cm der Zirkumferenz und 1 cm der Länge gleich einem Druck von 171,1 Hg auf 1 cm^2, was in den Bereich der vorkommenden Blutdruckwerte fällt. Seine vielen Zahlen aus allen Altersstufen (105 verschiedene Individuen) beweisen, dass, während wie schon gesagt die Weite absolut wächst, die Dehnbahrkeit im Altern sukzessiv abnimmt, So wird z. B. der Umfang der Aorta eines 20 j. Mannes um 91,6 %, der eines 40 j. um 68 %, der eines 83 j. um 23,2 % seiner ursprünglichen Dimension durch Zug von 1167 g vergrössert.

Damit habe ich aus der Literatur über Elastizität und Dehnbarkeit der Arterien wohl alle wichtigen Punkte hervorgehoben. Die Publikationen von Moens, von Luck, von Kaefer waren mir in der jetzigen Zeit nicht im Original zugänglich. Ich habe deren Ergebnisse teilweise nach Referaten zitiert. Alles, was seit Wertheim in diesem Artikel vorgebracht wurde, ist Bestätigung und nähere Ausführung der Sätze, die wir aus Wertheims Arbeit abstrahieren konnten.

Übereinstimmend sind alle genannten Autoren der Ansicht, dass die elastischen Eigenschaften und die elastische Kraft der Arterienwand fast ausschliesslich auf ihrem Gehalt an elatischen Elementen — dem gelben Bindegewebe von Triepel — beruhen, da der elastische Widerstand der glatten Muskeln ausserordentlich gering ist (Triepel).

Meine Literaturbesprechung wäre lückenhaft, wollte ich die Arbeit von K. Bardeleben (3) über Venenelastizität unberücksichtigt lassen. Anknüpfend an einige Angaben von Braune (8), wonach auch bei den Venen bei Zugbelastung von wenigen Grammen die Dehnung proportional der Last wächst, bei stärkerem Zug aber das Mass der Dehnung hinter demjenigen der Last zurückbleibt, hat auch Bardeleben die Längenausdehnung der Venen bei zunehmender Belastung durch Anhängen von Gewichten von 0,1 — 211 g geprüft. Er stellte fest: Die Dehnbarkeit nimmt ab mit wachsender Belastung proportional der Quadratwurzel aus der Last. Die Dehnungskurve der Vene ist daher eine Parabel. Die Venenelastizität ist eine vollkommene bis zu einer Dehnung um 50 % der ursprünglichen Länge.

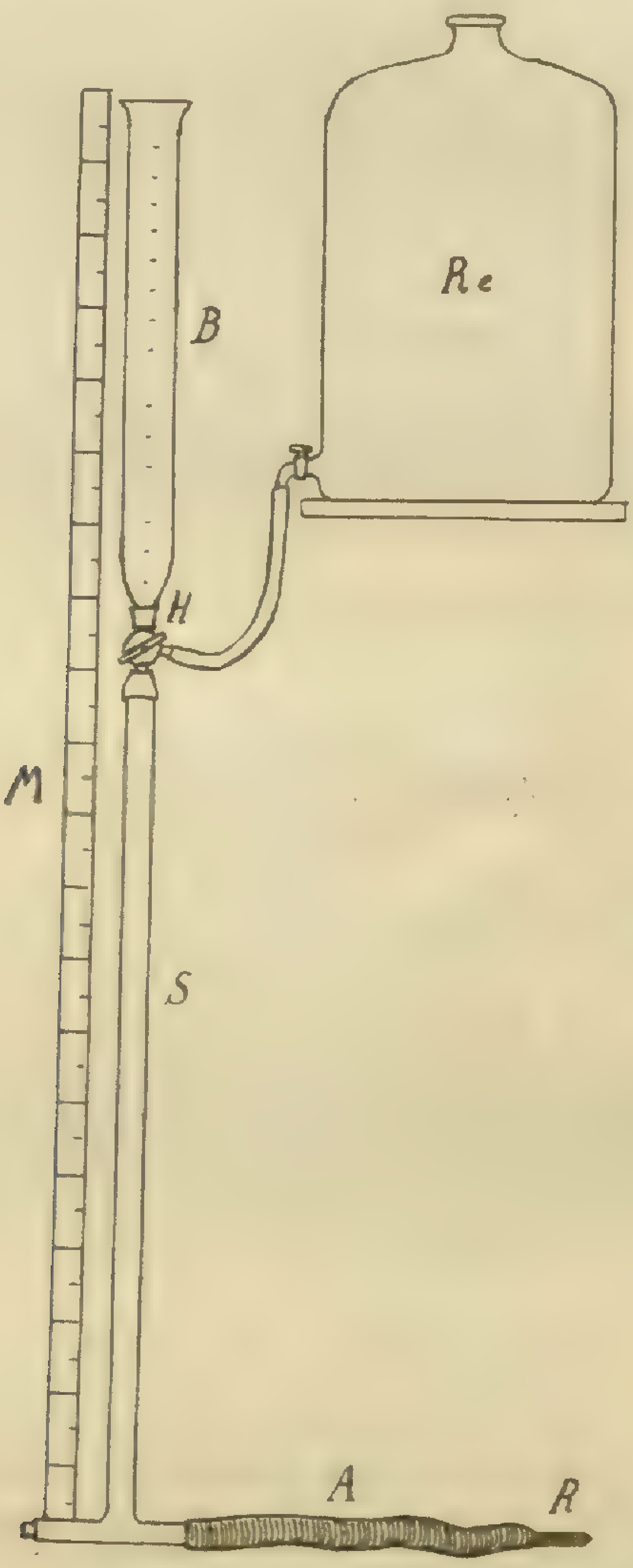
3. Versuchsanordnung.

In der vorstehenden Skizzierung der Literatur ist der Boden geschildert, auf welchem eine Neubearbeitung des Themas bauen kann. Man sieht, dass noch in wichtigen Fragen keine Übereinstimmung besteht, und dass vor Allem das Problem der Gesetzmässigkeit zwischen Druck und Elastizität noch kaum angeschnitten worden ist.

Es ist auch fast unmöglich, aus den Dehnungsexperimenten an ausgeschnittenen Arterienstücken physiologische Schlüsse zu ziehen, wie sich der Blutdruck demgegenüber verhalten muss. Der letztere ist abhängig von der Füllung des Gefässes, und durch die Belastungsversuche erhalten wir lineare Grössen von ganz verschiedener Wertigkeit. Denn die Dehnbarkeit der Arterien ist wie schon gesagt durchaus ungleich in den verschiedenen Dimensionen, sodass sich auf diesem Wege eine zuverlässige Berechnung des Volumens bei verschiedenem Druck nicht durchführen lässt.

Wir können nun aber auf einfachem Wege das Volumen eines Gefässes und dessen Zunahme bei steigendem Druck mit hinreichender Genauigkeit direkt messen. Der Füllungszuwachs gibt uns ohne weiteres ein Mass für die Dehnbarkeit der Arterie, und daraus resultiert von selbst ein Verhältnis zwischen Innendruck und elastischer Dehnung.

Ich konstruierte mir für meine Messungen den anschliessend abgebildeten einfachen Apparat. (Figur 1).



A = Arterie
R = Abflussrohr
S = Steigrohr
H = Dreiweghahn
B = Burette
Re = Reservoir
M = Höhenmass

Fig. 1. Apparat zum Messen der Arterien-Kapazität

An eine graduierte Bürette von 70 cm Länge schliesst sich ein senkrechtes Glasrohr an von 6 mm Lumen und 1 mm Wandstärke. Solcher Röhren hatte ich mehrere bereit, sodass ich, die Bürette mitgerechnet, Steighöhen von 10—300 cm erzielen konnte. Das untere

Ende der Bürette trägt einen Nickelhahn, durch welchen dieselbe in Verbindung gesetzt werden kann, entweder mit dem Steigrohr oder mit einem Reservebehälter, durch dessen Zufluss die Flüssigkeitshöhe in ihr reguliert wird. Dem unteren Ende des Steigrohres setze ich ein T-Rohr an. Dessen einer Schenkel dient zur Verbindung mit einem Quecksilbermanometer oder wird fest geschlossen. Am andern Schenkel des T wird die zu messende Arterie angefügt. Eine enge Kanüle aus Glas mit 0,6 mm innerm Durchmesser dient der Arterie als Abflussrohr. Die Arterie und ihr Abflussrohr liegen genau horizontal. Mit einem senkrechten Maßstab wird die Höhe des Flüssigkeitsspiegels in der Bürette über der Mitte der Arterie gemessen als Centimeter Wasserhöhe. Zur Untersuchung der Arterien nahm ich statt Wasser eine 0,95 prozentige Kochsalzlösung. Entsprechend den um 0,5 % höhern spezifischen Gewicht dieser Flüssigkeit gegenüber Wasser stellte ich deren Höhe im gleichen Masse niedriger ein. Will man den Druck einer Blutsäule in dieser Höhe mit demjenigen der Wassersäule vergleichen — was für meine Zwecke nicht notwendig ist — so braucht man nur mit Rücksicht auf das grössere spezifische Gewicht des Blutes die Zahlen, welche den Druck in cm Wasserhöhe angeben, um 5 % zu vermehren.

Ich kann an dieser Stelle vollständig die Gründe gutheissen, die H. v. Recklinghausen (57) veranlassten, als Mass für den Blutdruck statt der üblichen mm Quecksilber die Höhe einer Wassersäule in cm anzugeben. Wir erhalten so, wie er sagt, nicht nur annähernd genau das Druckmass einer Blutsäule von gleicher Höhe, sondern vor allem ein Einheitsmass. 1 cm^3 Wasser wiegt 1 Gramm; also ist der Druck einer Wassersäule von 1 cm Höhe auf die Flächeneinheit von 1 cm^2 gleich 1 g, somit gleich der Gewichtseinheit. Wir werden auch bei meinen Versuchen sehen, dass auf diese Weise die Rechnung wesentlich vereinfacht wird, und ebenso muss dies der Fall sein bei statischen Betrachtungen über den Blutdruck bei Mensch und Tier.

Vorbedingung für Elastizitätsmessungen ist natürlich, dass das System, in welchem der Druck erzeugt wird, selbst unelastisch sei. Das trifft praktisch für meine Versuchsanordnung zu. Die Dehnbarkeit für Glas und Nickel und die Komprimierbarkeit für Wasser ist so gering, dass ein Einfluss derselben auf meine Messungen ausgeschlossen ist. Dabei muss allerdings mit grosser Sorgfalt jedes Eindringen von Luft mit ihrer hohen Kompressibilität vermieden werden. Es sind aus diesem Grunde diejenigen Experimente, welche die Dehnbarkeit der Gefässe durch Einpressen von Luft feststellen wollten, wie Roy (62), Thoma und Kaefer (79), Strassburger (67) trotz sehr sorgfältiger Arbeit nicht vollkommen exakt. Auch bei meinen Versuchen musste ich an zwei Stellen, das ist an den Verbindungen des Metallhähnchens mit Bürette und Steigrohr ein Kautschuckschlauchstück einfügen, wodurch die Starrheit des Systems gestört wird. Der Einfluss auf das Resultat ist aber unmessbar klein, wie mir öftere Prüfungen bewiesen haben. Denn, wie aus den im Folgenden angeführten Zahlen hervorgeht, ist die Dehnbarkeit des Kautschucks in allen Fällen viel geringer, als die der Arterie, besonders, da ich den Schlauch mit starkem Bindfaden fest umwickelte. Die Kautschuckverbindung war zudem so knapp wie möglich, sodass ihre Dehnung nur wenige mm³ messen konnte; und endlich schwankte an der fraglichen Stelle der Druck nur in sehr geringen Grenzen, sodass ein Fehler in allen Versuchen konstant blieb. Aus allen diesen Gründen konnte eine Ungenauigkeit infolge der Kautschuckverbindung keinen Einfluss gewinnen auf das Versuchsresultat, und blieb innerhalb der unvermeidlichen Fehlergrenzen.

Ich bin nun keineswegs der Erste, der volumetrische Druckprüfungen an Arterien vornimmt.

Schon 1856 füllte Donders (16) Blutgefässe mit Wasser und mass das Quantum bei verschiedenem Druck. Seine wenigen diesbezüglichen Untersuchungen scheinen die Resultate von Wertheim (91) von der Abnahme der Dehnbarkeit bei zunehmendem Druck zu bestätigen.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte Marey (45) bei Untersuchungen an Aorten von Menschen und grossen Säugern. Er füllte solche aus einem Druckgefäss mit Wasser und mass die aus einem umgebenden Gefäss verdrängte Wassermenge. Auch er fand Uebereinstimmung der volumetrischen Dehnung mit der linearen Dehnung.

Über die sorgfältigen Untersuchungen von Roy habe ich bereits gesprochen. Seine Ansicht von einem Maximum der Dehnbarkeit im Bereiche des physiologischen Blutdruckes, wird auch durch Zwaardemaker (94) geteilt.

Grunmach (25) arbeitete an Aorten vom Pferd mit Luftfüllung. Der „Dehnungswert“ bei Druckhöhen zwischen 0 und 60 mm Hg ist grösser als derjenige bei einem Druck zwischen 140 und 200 mm. Die Kurvenbilder, die er bringt, ähneln meinen Dehnungskurven, sind aber unvollständig.

Die gleiche teilweise Ähnlichkeit besteht auch für die Dehnungskurven von Thoma und Kaefer (79), also auch hier Abnahme der

Dehnbahrkeit mit zunehmender Füllung. Auffällig ist das Ergebnis dieser Autoren, dass bei Arteriosklerose im Beginn die Dehnbarkeit abnimmt und bei fortschreitendem Prozess wieder wächst.

Zahlreiche sorgfälltige Versuche machte Strassburger (67). Er prüfte die Dehnung von menschlichen Aorten, indem er sie mittels eines eingeführten dünnwandigen Gummischlauches aufblies, und die Volumzunahme, ähnlich wie Marey und Roy, plethysmographisch feststellte. Seine "Volumdruckkurven" sind für kleine Druckwerte geradlinig, bei höherem Druck konkav zur Abszisse. Ihm lag vor allem daran, auf Grund der elastischen Dehnung der Aorta seine Formel zu finden für das Schlagvolum des Herzens.

Dieselbe Absicht liegt auch der Arbeit von Fürst und Soetbeer (23) zu Grunde. Diese Autoren benutzten übrigens, wie ich nachträglich sah, einen ganz ähnlichen Apparat wie ich selbst. Da indessen das Ziel ihrer Forschungen ein anderes war als das meinige, tendieren auch ihre Ergebnisse nach anderer Richtung. Immerhin stellen sie fest: „Mit steigender Füllung nimmt die Dehnbarkeit ab, und der Innendruck steigt bei gleichem Füllungszuwachs um stets grössere Druckzuwachswerte".

Wie man sieht, herrscht demnach bei allen diesen Autoren darin prinzipielle Übereinstimmung, dass das Volum der Arterien nicht proportional dem inneren Drucke zunimmt, sondern in stets sich verminderndem Grade wächst. Über das Verhältnis zwischen Druck und Volum bestimmte Formeln aufzustellen, die praktisch verwertbar sind, ist bisher nicht gelungen. Und doch ist gerade die genaue Fixierung dieses Verhältnisses grundlegend für das Verständnis der wichtigsten physiologischen und pathologischen Kreislaufvorgänge.

Wie schon gesagt, lässt sich das Volum von Gefässen leicht und sicher feststellen, indem man die Flüssigkeitsmenge misst, die sie bei verschiedenem Druck aufnehmen.

Ich habe oben auseinandergesetzt, dass wir als Kapazität der Arterien zwei Stufen unterscheiden müssen von ganz verschiedener Wertigkeit. Das eine ist die tote Kapazität. Sie wird repräsentiert durch diejenige Flüssigkeitsmenge, welche die Arterie beim Drucke *O* enthält, ohne dass eine Wandspannung eintritt. Da diese Flüssigkeit keinem Druck ausgesetzt ist, fliesst sie auch nicht ab, vorausgesetzt, dass die Abflussöffnung klein genug gewählt wird, um bei horizontaler Lage des Gefässes dem Eigengewicht der Flüssigkeit und der Arterienwand das Gegengewicht zu halten. Indem ich bei der

Aufstellung der Formeln die Kapazität allgemein mit K bezeichne, wähle ich für die Kapazität beim Drucke 0 das Zeichen: K_o. (Nullkapazität)..

Bei höherem Druck wird das Fassungsvermögen der Arterie grösser. Ich bezeichne diejenige Kapazität, welche z. B. einem Drucke von 100 entspricht, als K_{100}, oder allgemein die Kapazität des Druckes p als K_p. Von dieser Gesamtkapazität kommt für die Spannung der Arterienwand nur in Betracht diejenige Menge, welche die Nullkapazität übersteigt, also allgemein die Kapazität $K_p - K_o$; diese Menge bezeichne ich mit k_p. Es ist dies die elastische Kapazität des Druckes p, d. i. der Zuwachs an Fassungsvermögen, welchen die Arterie erfährt beim Ansteigen des Füllungsdrucks von 0 auf p.

Es ist wichtig, die elastische Kapazität für alle Arterien von verschiedener Grösse auf ein einheitliches Mass zu reduzieren. Das erhalte ich durch Bildung von Quotienten $\frac{k}{K_o}$, d. i. elastische Kapazität durch Nullkapazität. Wenn ich die Kapazität in cm^3 messe, so bedeutet dieser Quotient den Wert der elastischen Kapazität pro 1 cm^3 tote Kapazität, oder allgemein gesprochen, er ist die elastische Kapazität bezogen auf die Nullkapazität 1. Ich habe diesen Wert elastische Einheitskapazität genannt, und setze dafür das Zeichen $\varkappa$ (καππα). $\varkappa_p$ bedeutet demnach den Zuwachs an Fassungsvermögen pro Einheit der Nullkapazität, wenn der Füllungsdruck von 0 auf p steigt.

Ich musste auf diese Begriffe hier noch einmal ausführlich zurückkommen, trotzdem ich sie schon in meiner früheren Arbeit genau definiert hatte; denn sie sind grundlegend für das Verständnis meiner ganzen Ableitungen. Ich will auch nicht unterlassen, nochmals die Bedeutung der elastischen Kapazität zu betonen: Sie entspricht der Flüssigkeitsmenge, welche durch Druck in die Arterie hineingepresst wird; sie beansprucht also für ihr Eindringen in das Gefäss eine bestimmte Arbeit zur Überwindung des elastischen Widerstandes der Arterienwand. Sie dehnt diese letztere über deren Ruhelage hinaus aus und versetzt sie dadurch in elastische Spannung. Sie repräsentiert das Quantum Blut, welches bei Zusammenziehung der Arterienwand vermöge der elastischen Kraft, die dieselbe bei Rückkehr in ihre Ruhelage entfaltet, weiterbefördert wird. Und was in dieser Beziehung für jedes Stück einer Arterie gilt, das gilt auch für das Arteriensystem als Ganzes.

Ich habe mir deshalb die Aufgabe gestellt, für eine Reihe von Druckwerten die elastische Kapazität zu bestimmen, wofür eine grosse Zahl von Messungen nötig waren. Jede Serie von Messungen musste möglichst rasch durchgeführt werden, damit sich während der Untersuchung das Material nicht verändern konnte. Diese Umstände zwangen mich, eine Methode zu wählen, die bei hinreichender Genauigkeit ein rasches Arbeiten erlaubt.

Mein Verfahren war demgemäss folgendes: Bei gefülltem Steigrohr wurde die zu prüfende Arterie am Abflussende durch eine Arterienklemme geschlossen. Dann stellte ich bei geschlossenem Hahn den Flüssigkeitsspiegel in der Bürette auf eine bestimmte Höhe, z. B. 100 cm ein. Wenn ich nun den Hahn öffnette, so wurde die Arterie unter einem Druck von 100 cm Wasserhöhe gefüllt. Der Flüssigkeitsstand in der Bürette, der durch Abfliessen der hiefür nötigen Wassermenge gesunken war, wurde nochmals auf den gewünschten Druck reguliert, und dann der Hahn geschlossen. Dadurch setzte ich den Flüssigkeitsdruck im Steigrohr auf O. Öffnete ich jetzt den Abfluss aus der Arterie durch Wegnahme der Klemme, so floss daraus genau so viel ab, als unter dem angewandten Füllungsdruck über die Nullkapazität hinaus in die Ader hineingepresst wurde. So viel kann die elastische Spannung der Arterienwand weiterbefördern, nicht mehr und nicht weniger. Die ausfliessende Menge ist also das exakte Mass der elastischen Kapazität des Füllungsdruckes, im angenommenen Beispiel demnach $= k_{100}$. Was nach Entleerung der elastischen Kapazität noch in der Arterie zurückbleibt, ist tote Kapazität, ist gleich K_0. Auch diese Menge kann ich leicht messen durch Auspressen in ein geeignetes Messglass. Durch Rechnung erhielt ich den Quotienten $\frac{k_{100}}{K_0} = \varkappa_{100}$, d. i. die elastische Einheitskapazität des Druckes 100. In gleicher Weise bestimmte ich die Kapazitäten für eine ganze Serie von Druckwerten bei jeder Arterie, in den meisten Fällen von 10—200—300 cm Wasserhöhe in Stufen von 10 zu 10 cm. Zur Messung fing ich die ausfliessende Flüssigkeit in Reagenzgläsern auf, und mass sie mit einer graduierten Pipette bis auf 25 mm^3 genau. Dieses Mass ist hinreichend genau, um ein Urteil über die Kapazitätsänderungen zu erlauben und doch nicht zu minutiös, um durch Beobachtungs- und Materialfehler allzusehr beeinflusst zu werden.

Es seien noch einige allgemeine Bemerkungen über das Arterienmaterial vorausgeschickt. Wie schon a. a. O. (14) hervorgehoben wurde, verdanke ich der Freundlichkeit von Herrn Professor Dr. Busse, dem Direktor des pathologischen Instituts zu Zürich, ein frisches Untersuchungsmaterial von 20 Leichen beider Geschlechter, aller Altersstufen zwischen 8 und 78 Jahren. Davon untersuchte ich im ganzen 38 Schlagadern — Carotiden und Femorales — über deren Beschaffenheit im einzelnen die Tabellen Auskunf geben. Wie gesagt, erhielt ich die Objekte frisch, meist gleich nach der Sektion, und verarbeitete dieselben in der Mehrzahl der Fälle noch am gleichen Tage. Immerhin waren bis zur Untersuchung doch stets wenigstens 24 Stunden nach dem Tode verflossen. Ich halte das für keinen Fehler, gab es mir doch die Sicherheit, dass ich nicht mehr mit Kontraktionszuständen der Gefässmuskulatur rechnen musste, sondern rein nur die Wirksamkeit des elastischen Gewebes prüfen konnte, und das war es, worauf es mir ankam. Dass die Funktion der elastischen Substanz bis zu mehreren Tagen nach dem Tode nicht leidet, haben nicht nur vor mir eine Reihe von Autoren — Roy (62), Hiller (30), Toma und Kaefer (79) — experimentell geprüft; das haben mir auch meine Versuche gezeigt, indem die Untersuchungsergebnisse ein und derselben Arterie an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen sich annähernd gleich blieben.

4. Untersuchungen an Gummischläuchen.

Um zuvor einen Begriff zu erhalten über die Leistungsfähigkeit meiner Methode, versuchte ich dieselbe an einigen Gummischläuchen von verschiedenen Kalibern und verschiedener Beschaffenheit der Wandung. Dadurch erzielte ich zugleich einen Überblick über das Verhalten dieser in weiten Grenzen vollkommen elastischen Substanz und ein Vergleichsobjekt der toten Materie zum Baumaterial der Gefässe.

Es interessierte mich zuerst, wie sich die elastische Kapazität in Schläuchen von verschiedener Dehnbarkeit verhalten werde. Diesem Untersuchungsziel entsprechen die ersten Versuche. Weiterhin musste aber ganz analog wie bei den Arterien das Ansteigen der Kapazität bei regelmässigem Wachsen des Füllungsdruckes in derselben Breite wie bei den Gefässen geprüft werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungsreihen finden sich ausführlich in den nachstehenden Tabellen II—IX verzeichnet. Ich schliesse gleich einige Versuche an, die ich später in bestimmter Absicht ebenfalls mit Gummischläuchen machte, um einige Fragen, die bei der Bearbeitung der Arterien aufgetaucht waren, zu lösen.

Für die gemessenen Schläuche wurde nach üblicher Formel der Elastizitätskoeffizient ε berechnet und in die Tabellen aufgenommen.

ε ist bei linearer Dehnung gleich der Verlängerung dividiert durch die ursprüngliche Länge, reduziert auf das Gewicht 1. Bei unserer volumetrischen Dehnung lautet die entsprechende Formel: elastische Kapazität durch tote Kapazität bei Belastung 1. Ich wähle als Druckeinheit 1 cm Wasserhöhe, d. i. gleich dem Gewicht von 1 g auf 1 cm^2 Fläche. Somit ist $\varepsilon = \frac{k}{KP} = \frac{\varkappa}{P}$, wobei mit P die Druck-Wasserhöhe in cm bezeichnet ist.

Tabelle II.

Gummischläuche. 12.—22. XII. 1915.

<table>
<tr><th>P
Druck; cm H_2O</th><th>k*)
Elast. Kapazität cm^3</th><th>$\varkappa$
Elast. Einh. Kap. cm^3</th><th>ε
Elast. Koeff.</th></tr>
<tr><td colspan="4">Schlauch A: Neuer schwarzer Schlauch, weich, elastisch, sehr dehnbar.
Länge 52 cm; Lumen 0,75 cm; Wanddicke 1,5 mm; Nullkapazität $K_0 = 24$ cm^3*)</td></tr>
<tr><td>100</td><td>2,7</td><td>0,1125</td><td>0,001125</td></tr>
<tr><td>200</td><td>4,45</td><td>0,1854</td><td>0,000927</td></tr>
<tr><td colspan="4">Schlauch B: Älter, schwarz, weich, elastisch, weniger dehnbar.
Länge 58 cm; Lumen 0,7 cm; Wanddicke 1,5 mm; Nullkapazität $K_0 = 22$ cm^3</td></tr>
<tr><td>100</td><td>1,45</td><td>0,0659</td><td>0,000659</td></tr>
<tr><td>200</td><td>2,75</td><td>0,125</td><td>0,000625</td></tr>
<tr><td colspan="4">Schlauch C: Alt, hart, brüchig, schlecht elastisch, wenig dehnbar.
Länge 44 cm; Lumen 0,85 cm; Wanddicke 2 mm; Nullkapazität $K_0 = 24$ cm^3</td></tr>
<tr><td>100</td><td>0,04</td><td>0,00167</td><td>0,0000167</td></tr>
<tr><td>200</td><td>0,09</td><td>0,00375</td><td>0,00001875</td></tr>
<tr><td colspan="4">Schlauch K: Neu, rot, elastisch, klein, relativ dickwandig, dehnbar.
Länge 10 cm; Lumen 0,3 cm; Wanddicke 1 mm; Nullkapazität $K_0 = 0,7$ cm^3</td></tr>
<tr><td>100</td><td>0,2</td><td>0,286</td><td>0,00286</td></tr>
</table>

*) Die Masszahlen sind hier und in den andern Tabellen Durchschnittswerte aus mehreren Messungen, deren Resultate meist sehr nahe übereinstimmten.

Tabelle III.

Schlauch *D*. 26. XII. 1915.

Neu, rot, weich elastisch, gut dehnbar, umsponnen, Länge 50 cm; Lumen 1 cm; Wanddicke 1,6 mm; $K_0 = 40$ cm^3. 1 m des Schlauches dehnt sich bei Belastung von 1 kg um 10,75 cm. 50 cm dehnen sich bei Belastung von $^1/_2$ kg um 2,5 cm. 50 cm dehnen sich bei Belastung von 1 kg um 5,0 cm. Die Dehnung bei 1 kg Last beträgt also für den ganzen Schlauch ca. 10°/$_0$ der ursprünglichen Länge.

Daraus berechnet sich die Dehnung pro mm^2 bei 1 kg Last auf 2.576 m für 1 m ursprüngliche Länge; oder bei 1 g Last 0,002576 m für 1 m L. Der Elastizitätskoeffizient für lineare Dehnung ist also bei 1 kg Belastung = 2,576, oder für Last von 1 g berechnet = 0,002576, oder pro cm^2 Wandung 0,00002576.

P	k	$\varkappa$	ε
80	1,3	0,0325	0,000406
90	1,5	0,0375	0,000419
100	1,71	0,04275	0,0004275
110	1,9	0,0475	0,00043
120	2,1	0,0525	0,00044
130	2,3	0,0575	0,00044
140	2,51	0,06275	0,000448
150	2,7	0,0675	0,00045
160	2,95	0,07325	0,000444

Tabelle IV.

Schlauch *D'*. 27. VIII. 1916.

Der gleiche Schlauch wie in Tab. III, 8 Monate später.

Beschaffenheit und Dimensionen dieselben; $K_0 = 40$ cm^3.

P	k	$\varkappa$	ε
10	0,1	0,0025	0,00025
20	0,2	0,005	0,00025
30	0,3	0,0075	0,00025
40	0,425	0,010625	0,000265
50	0,55	0,01375	0,000275
60	0,675	0,01687	0,0002812
70	0,85	0,02125	0,000303
80	1,0	0,025	0,0003125
90	1,15	0,02875	0,0003193
100	1,3	0,0325	0,000325
110	1,475	0,03687	0,0003353
120	1,625	0,04072	0,0003385
130	1,8	0,045	0,000346
140	1,95	0,04875	0,0003482
150	2,1	0,0525	0,00035

P	k	$\varkappa$	ε
160	2,3	0,0575	0,00036
170	2,55	0,06346	0,0003733
180	2,7	0,0675	0,000375
190	2,875	0,07187	0,000379
200	3,05	0,07625	0,00038
210	3,225	0,080625	0,0003839
220	3,45	0,08625	0,000392
240	3,8	0,095	0,000396
260	4,15	0,104	0,0004
280	4,45	0,11125	0,000397
300	4,8	0,12	0,0004

Tabelle V.

Schlauch *E*. 30. VIII. 1916.

Vom gleichen Stück wie Schlauch *D*; während 6 Monaten an der Heizung aufgehängt. Gleiche Dimensionen wie *D*.

K_0 für Messungen bis 80 cm H_2O = 45 cm^2; über 80 cm = 44 ccm.

P	k	$\varkappa$	ε
10	0,1	0,00222	0,000222
20	0,225	0,005	0,00025
30	0,375	0,0079	0,000263
40	0,65	0,01251	0,000313
50	0,75	0,01667	0,000333
60	0,875	0,01944	0,000324
70	1,05	0,02388	0,000341
80	1,225	0,02722	0,00034
90	1,375	0,03125	0,000347
100	1,575	0,03498	0,0003498
110	1,825	0,04066	0,0003636
120	1,975	0,04489	0,0003741
130	2,125	0,0483	0,0003708
140	2,3	0,05227	0,0003734
150	2,425	0,05511	0,0003674
160	2,65	0,06023	0,0003764

Tabelle VI.

Schlauch *F*. 30. VIII. 1916—2. IX. 1916.

Neu, weich, rot, gut elastisch und dehnbar. Länge, 48,5 cm; Lumen 0,45 cm; Wanddicke 1 mm.

I. Frisch (30. VIII.). $K_0 = 8{,}125$ cm³.

II. Während 3 Tagen bei $P = 0$ mit Wasser gefüllt (2. IX.). $K_0 = 8{,}125$ cm³.

P	k		$\varkappa$		ε	
	I	II	I	II	I	II
10	0,05		0,00615		0,000615	
20	0,1	0,0875	0,0155	0,01077	0,000775	0,0005385
30	0,175		0,02154		0,000718	
40	0,25	0,225	0,03077	0,0276	0,000764	0,000692
50	0,325		0,04		0,0008	
60	0,375	0,35	0,04615	0,04308	0,000769	0,000718
70	0,425		0,05321		0,000747	
80	0,575	0,5	0,07077	0,06154	0,000885	0,000769
90	0,625		0,07692		0,000954	
100	0,7	0,65	0,08615	0,08	0,0008615	0,0008
110	0,775		0,09537		0,000867	
120	0,85	0,825	0,1052	0,1015	0,0008769	0,0008462
130	0,9		0,1108		0,000854	
140	1,0	1,0	0,1231	0,1231	0,0008791	0,0008791
150	1,05		0,1292		0,0008615	
160	1,15	1,175	0,1415	0,148	0,0008846	0,000925
170		1,3		0,16		0,0009412
180		1,4		0,1723		0,0009573
190		1,5		0,1846		0,0009717
200		1,575		0,1938		0,0009692
210		1,7		0,2092		0,0009963
220		1,775		0,2185		0,000993
230		1,9		0,2338		0,001017
240		1,975		0,2431		0,001013
250		2,125		0,2615		0,001071
260		2,23		0,2769		0,001068
270		2,4		0,2954		0,001094
280		2,525		0,3108		0,001124
290		2,625		0,3232		0,001114
300		2,75		0,3385		0,001128

Tabelle VII.

Schlauch *F'*. 6. u. 7. IX. 1916.

Derselbe Schlauch wie *F*, mit gleichen Dimensionen. $K_0 = 7{,}95$ cm^3.

I. Umwickelt mit 1,16 g lockerem Baumwollgarn, trocken.

II. Umwickelt wie I., getränkt mit 5,96 g Wasser. Schlauchgewicht netto 6,2 g.

P	k		$\varkappa$		ε	
	I	II	I	II	I	II
100	0,35	0,375	0,044	0,0470	0,00044	0,00047
120	0,375	0,45	0,047	0,0566	0,000393	0,00047
140	0,45	0,525	0,0566	0,066	0,000404	0,000461
160	0,55	0,575	0,0692	0,072	0,0004334	0,000451
180	0,65	0,625	0,08176	0,0786	0,000454	0,000437
200	0,75	0,75	0,09434	0,09434	0,000472	0,000472
220	0,825	0,85	0,104	0,1075	0,000472	0,000489
240	0,9	0,925	0,1132	0,116	0,000472	0,000485
260	0,975	1,025	0,1227	0,129	0,000375	0,000496
280	1,025	1,1	0,129	0,138	0,000449	0,00049
300	1,15	1,175	0,145	0,148	0,00046	0,00049

Tabelle VIII.

Schlauch *G*. 14. X. 1916.

Ungebraucht, einige Monate alt, gleiche Qualität wie *F*.

Länge 72 cm: Lumen 0,3 cm; Wanddicke 1,1 mm; $K_0 = 5{,}3$ cm^3.

P	k	$\varkappa$	ε
100	0,275	0,05189	0,0005189
120	0,35	0,06757	0,0005503
140	0,425	0,08019	0,0005727
160	0,525	0,09906	0,0006191
180	0,625	0,1179	0,0006551
200	0,725	0,14	0,0006999
220	0,825	0,1557	0,0007075
240	0,925	0,1706	0,0007271

Tabelle IX.

Schlauch *H*. 17. X. 1916.
Ungebraucht, einige Monate gelagert, rot, umsponnen, gut.
Länge 52 cm; Lumen 0,8 cm; Wanddicke 2 mm; $K_0 = 26$ cm³.

P	k	$\varkappa$	ε
80	0,4	0,0154	0,000193
100	0,52	0,02	0,0002
120	0,6	0,0231	0,000192
140	0,7	0,0269	0,000192
160	0,85	0,0327	0,0002044
180	0,975	0,0376	0,0002088
200	1,1	0,0423	0,000211
220	1,225	0,04712	0,0002144

Schlauch *J*, gebraucht, grau vulkanisiert, weichelastisch, dehnbar.
Länge 70 cm; Lumen 0,8 cm; Wanddicke 1,3 mm; $K_0 = 24{,}5$ cm³.

P	k	$\varkappa$	ε
100	1,294	0,0528	0,000528
200	3,2625	0,1332	0,000666

Das Ergebnis der in den Tabellen niedergelegten Untersuchungen an Gummischläuchen ist vor allem der Beweis, dass die Grundlagen der Methode richtig und dementsprechend brauchbare Resultate davon zu erwarten sind.

Hiefür sind speziell zwei mathematische Deduktionen massgebend. In Tabelle III ist der lineare Dehnungskoeffizient für den betreffenden Schlauch bestimmt. Unter der Voraussetzung, dass die Dehnbarkeit des Schlauches in allen Dimensionen die gleiche sei, berechnet sich auf Grund davon die elastische Einheitskapazität für 100 cm Wasserdruck auf 0,07 cm³. Die gemessene Zahl für $\varkappa$ ist 0,04275, also etwas kleiner. Diesem Werte entspräche ein Durchmesser des Schlauches von 0,987 cm statt 1 cm, wie ich ohne Präzisionsinstrument gemessen hatte. Die Geringfügigkeit der Differenz ist beweisend für die nahe Übereinstimmung der beiden Verfahren zur Bestimmung von $\varkappa$, besonders, wenn man bedenkt, wie viele Faktoren bei der rechnerischen Ermittlung aus dem linearen Elastizitätskoeffizienten störend in Betracht fallen.

Eine andere mathematische Übereinstimmung meiner Methode mit Ableitungen aus der physikalischen Beschaffenheit des Materials ergibt sich in folgendem: Bei gleicher sonstiger Qualität der Schläuche muss derjenige Schlauch, dessen Wandung im Verhältnis zum Lumen dicker ist, einer geringern Dehnung durch die gleiche Belastung unterliegen als einer mit relativ dünnerer Wand. Das Verhältnis zwischen Lumen und Wand ist gegeben durch den Quotienten:

$$\frac{\text{Durchmesser}}{\text{Wanddicke}} = \frac{D}{W}.$$

Zwischen zwei Schläuchen von gleicher Qualität des Kautschucks gilt also die Formel:
$$\frac{D_1}{W_1} : \frac{D_2}{W_2} = \varkappa_1 : \varkappa_2.$$

Zwei Schläuche von übereinstimmender Beschaffenheit ihres Materials sind F und G. Deren Masse in die Formel eingesetzt gibt $0{,}45 / 0{,}1 : 0{,}3 / 0{,}11 = \varkappa_F : \varkappa_G$; d. i. $4{,}5 : 2{,}727 = 0{,}08615 : 0{,}05189$.¹) Daraus berechnet das Produkt der äussern und innern Glieder $0{,}23355 = 0{,}23503$. Wie man sieht, fast vollkommene Gleichheit als Beweis für die Richtigkeit meiner Voraussetzungen. Genau das gleiche Verhältnis ergibt sich bei Gegenüberstellung der Schläuche G und H.

Es ergibt sich daraus der auch für die weitern Betrachtungen wichtige Satz: Bei Schläuchen aus gleichem Material verhalten sich die elastischen Einheitskapazitäten wie die Quotienten aus den Durchmessern durch die Wanddicke.

Aus den Versuchen an Gummischläuchen lassen sich noch einige weitere Schlussfolgerungen ableiten:

1. Die elastische Einheitskapazität ist umso kleiner, je geringer die Dehnbarkeit eines Schlauches ist; analog verhält sich der daraus berechnete Dehnbarkeitskoeffizient für volumetrische Dehnung.

Das geht hervor aus Vergleichung von A, B und C der Tabelle II. Besonders schön zeigt es sich bei Gegenüberstellung der Zahlen für D mit D' und E in den Tabellen III, IV und V. Der neue, gute Schlauch D hat die grössten Werte für $\varkappa$ und ε, d. i. bei 100 cm Wasserdruck 0,04275 resp. 0,0004275. Dagegen hat der durch Gebrauch und längeres Lagern schlechter gewordene D' eine $\varkappa$ von 0,0325; ihm ganz ähnlich verhält sich der durch Einwirkung von warmer Luft verdorbene E mit $\varkappa = 0{,}03498$.

2. Der Dehnbarkeits- (volumetrischer Elastizitäts-) Koeffizient von Gummischläuchen ist keine konstante Grösse, sondern er wächst mit zunehmender Belastung.

Bei allen Schläuchen, von welchen ich eine grössere Anzahl Messungen machte, zeigt sich die gleiche Erscheinung. Das geht auch anschaulich hervor aus der Dehnungskurve, die ich erhalte, wenn ich in ein Koordinatensystem als Abszisse die Belastung in cm Wasserhöhe und als Ordinaten die zugehörigen Werte von $\varkappa$ eintrage. Fig 9.

---

¹) bei $P = 100$.

ist die so gewonnene Kurve für *F*. Sie ist keine gerade Linie, sondern gegen die Abszissenaxe konvex. Die Dehnungskurve meiner Gummischläuche verhält sich also wie die Elastizitätskurve von Metallen etc., deren Dehnung sich der Elastizitätsgrenze nähert.

Ich bemerke übrigens, dass die Kurve überhöht erscheint, weil ich, der Anschaulichkeit halber, als Einheit für die Ordinate 0,1 cm^3 $\varkappa$ wählte. Im reduzierten Maßstab aufgetragen schliesst die Kurve von Schlauch *D* mit der Abszisse folgende Winkel ein:

bei $P = 20$: 0° 0′ 51½″
bei $P = 100$: 0° 1′ 8″
bei $P = 200$: 0° 1′ 18″
bei $P = 300$: 0° 1′ 22″

Diese Form der Dehnungskurve von Gummischläuchen stimmt überein mit den Beobachtungen von Grunmach (25), der beim Aufblasen von Schläuchen mit Luft ebenfalls eine Zunahme seines Dehnungswertes (entsprechend meinem Dehnungskoeffizienten) bei wachsendem Füllungsdruck sah. Seine Verhältniszahlen sind allerdings grösser als die meinigen; denn er fand, dass bei einem guten vulkanisierten Schlauch der Dehnungswert des Druckes 200 H_2O zweimal grösser ist als beim Drucke *0*. Es mag das seinen Grund z. T. darin haben, dass die Füllung mit der kompressibeln Luft weniger exakte Resultate gibt, wie diejenige mit Wasser. Anderseits spielt auch die Qualität des Materials eine wichtige Rolle.

Meine Versuche zeigen, dass je schlechter der Gummi ist, umso mehr wächst der Dehnbarkeitskoeffizient bei steigendem Druck, umso geringer ist dessen Konstanz. Mein schlechtester, brüchigster Schlauch ist der mit *C* bezeichnete, der als jahrelanger Gasschlauch seine Dehnbarkeit fast völlig eingebüsst hatte (vgl. Tabelle II). Das Gleiche ergibt sich auch aus Tabelle VI. Der neue Schlauch *F* wurde einmal als Nr. I frisch untersucht, das andere Mal, nachdem er durch dreitägige Wassereinwirkung geschädigt worden war, als Nr. II. Ersterer zeigt wesentlich gleichmässigere Werte für ε als letzterer, bei welchem ε anfangs kleiner ist, aber mit steigender Last rascher zunimmt.

Vielleicht dürfen wir daraus schliessen, dass Kautschuck von idealer, unverdorbener Qualität und vollkommener Elastizität, wie er jetzt leider nicht zu haben ist, eine geradlinige Dehnungskurve und einen konstanten Dehnungskoeffizienten hat; mit Gebrauch und Alter verschlechtert sich seine Qualität, und seine Dehnungskurve und sein Koeffizient nimmt den Charakter an von unorganischen Stoffen, wenn sie sich der Grenze der vollkommenen Elastizität nähern und die Proportionalität zwischen Druck und Formänderung verlieren.

Grunmach (25) hat die Meinung geäussert, dass umsponnene Gummischläuche geradlinige Dehnungskurven haben, und dass bei Organgeweben, wie es die Gefässe sind, der Wassergehalt Schuld sei an der zur Abszisse konkaven Dehnungskurve. Dies veranlasste mich, die Versuche der Tabelle VII mit Schlauch *F'* zu machen. Ich umwickelte bei Füllungsdruck = 0 einen weichelastischen Gummischlauch (*F*) dicht in mehrfacher Lage mit lockerem Baumwollfaden und untersuchte in trockenem und in feuchtem Zustand.

Die erste Voraussetzung Grunmachs trifft für meinen Schlauch nicht zu. Der Dehnungskoeffizient ist bei umsponnenem Schlauche wohl kleiner als beim freien; er wächst aber in genau gleicher Weise mit dem Füllungsdruck hier wie dort (vgl. auch die Schläuche *D* und *H*).

Auch die zweite Annahme von Grunmach findet in meinen Versuchen keine Bestätigung. Die Zahlen nach Durchtränkung mit Wasser gehen durchaus parallel denjenigen des trockenen Schlauches. Der Vergleich der Dehnungskoeffizienten I und II in Tabelle VI spricht eher gegen Grunmach. Denn vor Versuch II hatte der Schlauch während drei Tagen Gelegenheit, sich nach Möglichkeit mit Wasser zu tränken; der Dehnungskoeffizient wächst deutlich stärker als beim trockenen Zustand. Wenn auch die Aufnahme von Wasser keine bedeutende sein konnte, so wissen wir doch, dass Kautschuck bei langem Verweilen im Wasser quillt. Da hier also das Wasser nicht, vermöge seiner Inkompressibilität, hemmend auf die elastische Dehnung wirkt, geht es auch nicht an, ihm diesen Einfluss bei den organischen Geweben zuzuschreiben. Es ist allerdings sicher — schon Wertheim nimmt dies an und Triepel begründet es näher — dass die Elastizität der Gewebe zusammenhängt mit ihrem Wassergehalt; denn trockene Gewebe verhalten sich darin, ähnlich wie unorganische Substanzen, ganz im Gegensatz zu feuchten Organteilen. Es geht aber nach dem oben Gesagten nicht an, diesen Einfluss des Wassers auf rein mechanischem Wege zu erklären. Mit der Eintrocknung gehen wesentliche irreparable Veränderungen der organischen Substanz einher, denen wohl die wichtigste Rolle bei Änderung der Elastizität zukommt.

5. Untersuchungen an Arterien.

Material und Untersuchungsmethode wurde oben geschildert. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen in extenso zusammengestellt; es seien nur wenige Worte zu ihrer Erläuterung vorausgeschickt.

Die verschiedenen Arterien habe ich mit Rücksicht der Übersichtlichkeit geordnet nach dem Lebensalter. In meiner ersten Arbeit konnte ich bereits feststellen, dass sich mit dem Lebensalter auch schon eine gewisse Gruppierung nach dem Grade der Dehnbarkeit ergibt; denn letztere nimmt entsprechend dem Alter ab.

Ebenfalls in meiner frühern Abhandlung habe ich gezeigt, wie sich aus der Parabelgleichung eine Formel ableitet zur Berechnung der Dehnbarkeitskonstante der Arterien; ich komme später noch einmal darauf zurück. Hier sei bemerkt, dass in den Tabellen der so erhaltene Wert als ζ aufgeführt wird. Ich brauche kaum beizufügen, dass die Dehnbarkeitskonstante der Arterien und der Dehnungs- (= volumetrische Elastizitäts-) Koeffizient der Gummischläuche zwar verwandte aber keineswegs identische Begriffe sind.

Zur Charakteristik des Untersuchungsmaterials füge ich jeweilen kurz hergehörige Notizen aus den klinischen Beobachtungen und den Sektionsprotokollen bei, welche ich der Liebenswürdigkeit der Direktoren der Universitätskliniken und des pathologischen Institutes verdanke.

Tabellen und Berechnungen.

I. Serie: Carotis.

Tabelle X.

Fall Nr. 1. Rz., Hans; $8^1/_2$ J. 18—20. II. 1916.
Krankheit und Todesursache: Appendizitis perforativa, Peritonitis diffusa.
Nebenbefund: Mager, Stuma cystica, Glotzaugen; Herz und Gefässe o. B.

Druck P		Carot. comm. dext. et Anon. 18. II. Länge 4,25 cm; Lumen 4,25 mm Wanddicke 0,5 mm; $K_0 = 0{,}775$ cm³			Carotis communis sinistra. 20. II. Länge 4 cm; Lumen 4,25 mm Wanddicke 0,5 mm; $K_0 = 0{,}5$ cm³		
H_2O	Hg	k	$\varkappa$	ζ	k	$\varkappa$	ζ'
20	13	0,125	0,1613	0,0006504	0,075	0,15	0,000506
30	22				0,113	0,226	0,000851
40	30	0,3	0,3871	0,001873	0,2	0,4	0,002
50	37				0,26	0,52	0,00274
60	44	0,515	0,529	0,00233	0,32	0,64	0,003414
70	52	0,6	0,7742	0,00428	0,4	0,8	0,00457
80	59	0,775	1,0	0,00533	0,537	1,074	0,00721
90	66	0,865	1,119	0,006953	0,65	1,3	
100	74	1,075	1,387	0,009844	0,8	1,6	0,0128
110	81				0,95	1,9	
120	89	1,5	1,94	0,01561	1,225	2,45	0,02502
130	96				1,45	2,9	0,03657
140	103	1,8	2,323	0,01927	1,6	3,2	0,03657
150	111				1,75	3,5	
160	118	2,0	2,58	0,02081	1,875	3,75	0,0439
170	125				2,0	4,0	
180	133	2,2	2,839	0,02238	2,05	4,1	0,04669
190	140				2,1	4,2	
200	148	2,35	3,032	0,02299	2,15	4,3	0,04612
210	155				2,175	4,35	
220	162	2,5	3,226	0,02365	2,2	4,4	0,04606

Tabelle XI.

Fall Nr. 2. Gm., Hans, 9 J. 26.—28. II. 1916.

Todesursache: Schädeltrauma mit Enzephalitis und Meningitis purulenta. Krankheitsdauer 1 Monat. Herz und Gefässe o. B.

P	Carotis communis dextra 26. II. Länge 6,0 cm; Lumen 0,43 cm Wanddicke 0,4 mm; $K_0 = 0{,}95\ cm^3$			Carotis comm. sin. 28. II. Länge 6,5 cm; Lumen 0,43 cm Wanddicke 0,4 mm; $K_0 = 1{,}025\ cm^3$		
cm H_2O	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
20				0,225	0,2195	0,0012
40				0,425	0,4146	0,00215
60	0,7	0,737	0,00463	0,725	0,7073	0,00417
70	0,825	0,904	0,00558			
80	1,0	1,053	0,00692	1,08	1,054	0,00694
100	1,5	1,579	0,0125	1,6	1,561	0,0122
120				2,25	2,146	0,0192
140	2,4	2,526	0,02207	3,15	3,073	0,0338
160				3,9	2,805	0,0452
180				4,2	4,098	0,0466
200				4,45	4,343	0,0471
220				4,65	4,537	0,0468

Tabelle XII.

Fall Nr. 3. Me., Luise, 20 J. † 8. I. 1916.

Krankheit: Perniziöse Anämie; Mastitis puerperalabscedens operata; verruköse Endokarditis mit Mitralinsuffizienz. Gefässe elastisch, o. B.

P	Carotis commun. dextra. 10. I. mit Anonyma. $K_0 = 1{,}425$			Carotis comm. sin. 9. I, $K_0 = 1{,}85$		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
10	0,08	0,056	0,00016	0,375	0,203	
20	0,24	0,168	0,000677	0,55	0,2974	0,00221
30	0,46	0,3228	0,00174	0,775	0,3326	
40	0,64	0,4491	0,00252	1,05	0,5676	0,00426
50	0,9	0,6316	0,00399	1,3	0,7027	
60	0,225	0,8597	0,00616	1,65	0,8919	0,00665
70				1,95	1,0785	
80	1,8	0,263	0,00997	2,175	1,1755	0,00885
90	2,275	1,5965	0,01416	2,525	1,365	
100	2,625	1,842	0,01697	2,925	1,581	0,0125
110	3,0	2,105	0,02015	3,15	1,703	
120	3,25	2,281	0,02167	3,3	1,784	0,01325
130	3,375	2,369	0,021575	3,5	1,896	
140	3,65	2,561	0,02342	3,675	1,9905	0,0141
150	3,825	2,684	0,02347	3,825	2,0675	
160				3,875	2,0945	0,0137
170				4,0	2,162	
180				4,075	2,2025	0,01345
190				4,125	2,2295	
200	4,2	2,9475	0,02172	4,15	2,244	0,0144
210				4,175	2,257	
220				4,2	2,270	0,0127

Tabelle XIII.

Fall Nr. 4. Me., Paula, 26. J. † 9. I. 1916.
Krankheit: Tbc. pulmonum, laryngis, intestini.
Herz und Gefässe gesund; systol. Blutdruck klinisch 124 mm Hg.

P	Anonyma-Carotis comm. 11. I. Länge 12 cm. $K_0 = 3,1$ cm^3			Carotis comm. sin. 12. I. Länge 7,2 cm; $K_0 = 1,6$ cm^3		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
20	0,825	0,2661	0,0018			
40	1,55	0,516	0,003328			
60	2,625	0,8468	0,005975			
80	3,325	1,075	0,006391			
100	4,45	1,4355	0,010305			
120	5,55	1,7945	0,01343			
140	6,5	2,097	0,0157	3,3	2,062	0,0152
150				3,5	2,1875	0,01595
160	7,35	2,371	0,01798	3,625	2,266	0,01604
170				3,75	2,344	0,01616
180	7,8	2,516	0,018	3,85	2,406	0,01608
200	8,35	2,694	0,0184			
220	8,6	2,774	0,01749			

Tabelle XIV.

Fall Nr 5. Bl., Rosa, 28 J. † 6. III. 1916.
Krankheit: Tbc. pulmonum; Herz und Gefässe ohne Befund.

P	Anonyma-Carotis dext. 7. III. $K_0 = 1,7$			Carotis communis sin. 7. III. $K_0 = 1,775$		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
60	1,35	0,7941	0,005135	0,775	0,6596	0,003625
70	1,575	0,9265	0,00613	0,9	0,706	0,00419
80	1,675	0,9853	0,006067	1,05	0,896	0,00499
90	2,025	1,191	0,007883	1,175	1,0	0,00555
100	2,2	1,294	0,008355	1,375	1,17	0,006847
110	2,4	1,412	0,00906	1,575	1,34	0,008166
120	2,6	1,559	0,01013	1,75	1,489	0,00924
130	2,85	1,676	0,01056	2,05	1,745	0,01171
140	3,0	1,779	0,01131	2,225	1,894	0,0125
150	3,2	1,897	0,01183			
160	3,42	2,012	0,01265	2,425	2,064	0,0133
170	3,6	2,118	0,01319			
180	3,7	2,176	0,01316	2,625	2,234	0,01355
190	3,85	2,285	0,01365			
200	3,95	2.324	0,0135	2,775	2,511	0,01394
210	4,1	2,412	0,01385			
220	4,2	2,471	0,01387	2,9	2,468	0,01384

Anonyma-Carotis dextra, 24 Stunden später; $K_0 = 1,75$

P	k	$\varkappa$	ζ'
60	1,625	0,9286	0,00717
80	2,25	1,286	0,01033
100	2,95	1,686	0,01422
120	3,325	1,9	0,01504
140	3,6	2,057	0,01511
160	3,85	2,2	0,01512
180	4,05	2,314	0,01488
200	4,225	2,414	0,01457
220	4,325	2,471	0,01385

Tabelle XV.

Fall Nr. 6. Mü., Rosa, 35 J, † 19. I. 1916.

Krankheit: Tbc. pulmonum et intestini; Amyloidniere; starke Abmagerung. Herz klein, atrophisch, sonst gesund, wie auch das übrige Gefässsystem.

Carotis comm. sin. 20. I. Länge 9,5 cm; Lumen 0,6 cm; Wanddicke 0,6 mm, $K_0 = 1,85$

P	k	$\varkappa$	ζ'
10	0,275	0,14865	0,001105
20	0,475	0,25675	0,0016285
30	0,7	0,37838	0,002386
40	0,95	0,51351	0,003296
50	1,175	0,63515	0,004034
60	1,45	0,78379	0,005119
70	1,7	0,91892	0,006032
80	2,0	1,0835	0,007338
90	2,2	1,189	0,007871
100	2,35	1,2703	0,008068
110	2,625	1,419	0,009152
120	2,8	1,5135	0,009545
130	3,025	1,6314	0,01024
140	3,2	1,7297	0,01069
150	3,34	1,8081	0,0109
160	3,65	1,973	0,01216
170	3,875	2,0945	0,0129
180	4,0	2,1621	0,01298
190	4,1	2,2165	0,01293
200	4,175	2,257	0,01273
210	4,35	2,3515	0,01316
220	4,365	2,365	0,01271
240	4,6	2,4865	0,01237
260	4,65	2,5135	0,01215
280	4,725	2,554	0,01165
300	4,8	2,589	0,01117

Tabelle XVI.

Fall Nr. 7. Mch., Frau, 40 J. † 17. II. 1916.

Krankheit: Ruptura ilei mesenterica traumatica, Peritonitis diffusa, Pneumonia hypostatica, Nephritis parench. acuta, Nephrolithiasis dextra. Herz o. B.; in Aorta und grossen Arterien einzelne atherom. Flecken.

P	Carotis comm. dext. $K_0 = 1,65$ cm^3			Carotis comm. sin. $K_0 = 1,825—2,05$ cm^3 1)		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
60	1,125	0,6818	0,00387	1,2	0,6566	0,003603
70				1,525	0,8356	0,00499
80	1,525	0,9303	0,005409	1,65	0,9045	0,005113
90				1,875	1,0275	0,005864
100	1,85	1,121	0,006286	2,1	1,1520	0,00662
110				2,35	1,288	0,007537
120	2,2	1,333	0,00739	2,625	1,438	0,00862
130				2,85	1,564	0,00941
140	2,425	1,476	0,00778	3,05	1,671	0,009975
140 1)				3,4 1)	1,659	0,009824
150				3,6	1,756	0,01028
160	2,7	1,636	0,008368	3,85	1,878	0,01102
170				3,95	1,927	0,0109
180	2,95	1,788	0,00888	4,025	1,9635	0,0107
190				4,175	2,037	0,0109
200	3,2	1,948	0,009403	4,2	2,049	0,0105
210				4,2	2,049	0,00999
220				4,275	2,085	0,00966

Tabelle XVII.

Fall Nr. 8. U., Barbara, 45 J. † 24. I. 1916.

Krankheit: Cholelithiasis operata; nachträgliche Verblutung durch Arrosion der Art. hepatica; in Aorta beginnende atherom. Flecken. Herz o. B.

P	Anonyma-Carotis comm. 26. I. Länge 10,5 cm. $K_0 = 3,5$ cm^3			Carotis comm. sin. 27. I. Länge 10,75 cm; Lumen 0,55 cm Wanddicke 1 mm; $K_0 = 2,875$ cm^3		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
10				0,35	0,12174	
20				0,75	0,25131	0,00172
30				1,2	0,41739	
40				1,575	0,54782	0,00375
50				1,975	0,68696	
60				2,3	0,8	0,0053

---

1) Bei Unterbrechung des Versuches hatte sich bei Druckhöhe 140 für die linke Carotis infolge Verschiebung der Anschlusskanüle die Kapazität (K_0 und k) etwas geändert; die Berechnungen vom zweiten Werte 140 an basieren auf der Nullkapazität 2,05. Man beachte, dass dadurch die Übereinstimmung nicht gestört wird.

P	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
70				2,7	0,94128	
80				3,15	1,09565	0,0054
90				3,475	1,2087	
100				3,7	1,2869	0,00828
110				3,9	1,3596	
120				4,1	1,4261	0,00847
130				4,25	1,4783	
140	4,625	1,322	0,00625	4,375	1,4783	0,00826
150				4,5	1,5218	
160	4,85	1,386	0,006001	4,625	1,5665	0,00807
170				4,725	1,6087	
180	5,25	1,5	0,006308	4,825	1,6435	0,0078
190				4,925	1,713	
200	5,45	1,557	0,006062	5,025	1,7478	0,00763
220	5,625	1,607	0,00587	5,1	1,7739	0,00715
250	5,9	1,687	0,00568	5,2	1,8087	0,007
270	6,2	1,773	0,00581			
300				5,3	1,8445	0,006
310	6,5	1,857	0,00556			

Tabelle XVIII.

Fall Nr. 9. Bd., Frau, 48 J. † 3. II. 1916.

Krankheit: Ruptura traum. des Colon sigmoideum; Perforativperitonitis. Alkoholismus; Herz etwas hypertrophisch; kleine atherom. Flecken in Aorta.

Carotis communis dextra. 6. II. 16.
Länge 7,5 cm; Lumen 0,4 cm; Wandd. 0,8 mm. $K_o = 1,6$ cm^3

P	k	$\varkappa$	ζ'
70	1,0	0,625	0,00279
80	1,3	0,8135	0,004126
90	1,5	0,9375	0,00488
100	1,65	1,031	0,0053
110	1,85	1,156	0,004827
120	2,0	1,25	0,00651
130	2,1	1,315	0,006626
140	2,2	1,361	0,00675
150	2,3	1,435	0,00688
160	2,4	1,5	0,007195
170	2,5	1,5625	0,00718
180	2,55	1,594	0,007056
190	2,625	1,6405	0,007083
200	2,675	1,672	0,006988
210	2,725	1,703	0,006906
220	2,75	1,719	0,00719

Tabelle XIX.

Fall Nr. 10. Me., Johann, 52 J. † 14. I. 1916.

Krankheit: Alte und frische Tbc. pulmonum, laryngis, pleurae, intestini, renum. Atherosklerose der Aorta und der Kranzarterien; Herz schlaff, Puls gespannt, schwer unterdrückbar; Blutdruck 110 cm Hg; Hämoglobin 65 %; Albumen 1—2 ‰ Carotiden und Subclaviae an den Teilungsstellen stark verkalkt, im übrigen sklerotisch, ungleichmässig verdickt, spröde.

P	Anonyma-Carotis comm. 16. I. Länge 13 cm; Lumen 0,6 cm; Wanddicke 1,25 mm. $K_o = 3{,}275\ cm^2$			Carotis comm. sin. 17. I. Länge 8,2 cm; Lumen 0,6 cm; Wandd. 1,25 mm. $K_o = 2{,}125\ cm^3$		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
80				1,0	0,4806	0,00138
90				1,25	0,5883	0,001944
100				1,35	0,6325	0,002008
110				1,6	0,7544	0,002577
120				1,75	0,8235	0,002826
130				1,85	0,8726	0,002928
140	3,375	1,0305	0,00379			
150	3,475	1,061	0,003753			
160	3,575	1,0915	0,003724			
170	3,625	1,107	0,0036035			
180	3,725	1,137	0,003594			
190	3,8	1,16	0,003625			
200	3,925	1,1985	0,003591			
210	4,025	1,23	0,0036			
220	4,125	1,26	0,0036045			
240	4,225	1,29	0,003467			
260	4,3	1,313	0,003315			
280	4,375	1,336	0,003187			
300	4,5	1,374	0,003147			

Tabelle XX.

Fall Nr. 11. St., Theodor, 53 J. † 22. XII. 1915.

Todesursache: Schädelbruch durch Unfall (Alkoholismus?).
Atheromatose der grossen Arterien.

P	Carotis comm. dext. 23. XII. Länge 13 cm; Lumen 0,9 cm Wanddicke 1—1,2 mm; $K_o = 2{,}4 cm^3$			Carotis comm. sin. 24. XII. Länge 11 cm; Lumen 0,65 cm Wanddicke 1.1 mm: $K_o = 2{,}9\ cm^3$		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
70				2,55	0,8793	0,005523
100				3,0	1,0345	0,005351
140				3,5	1,207	0,005202
160				3,95	1,362	0,005998
165	3,41	1,4209	0,00612			
200	3,85	1,6042	0,0064	4,25	1,448	0,005244
220				4,3	1,483	0,004997

Tabelle XXI.

Fall Nr. 12. Wd., Jakob, 55 J. † 14. II. 1916.

Krankheit: Nephritis interstitialis chronica, Urämie; Hypertrophia permagna ventriculi cordis sinistri, auch klinisch beobachtet; Klappen unverändert. Arterien in vivo stark geschlängelt, ohne nachweisbare Verkalkung; Puls regelmässig, stark gespannt; syst. Blutdruck 220—206 mm Hg. Anatomie: deutliche Kalkablagerung an den Verzweigungen der Carotiden, Intima fleckig.

p	Carotis comm. dext. 14. II. Länge 11,5 cm; Lumen 0,6 cm; Wandd. 1,25 mm; $K_0 = 2{,}875$ cm^3			Carotis comm. sin. 15. II. Länge 10 cm; Lumen 0,6 cm; Wandd. 1,25 mm; $K_0 = 2{,}575$ cm^3		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
60	1,925	0,6696	0,003736	1,625	0,6311	0,003396
70	2,3	0,8004	0,004576			
80	2,55	0,887	0,004917	2,0	0,793	0,00393
90	2,85	0,9913	0,004336			
100	3,1	1,078	0,005813	3,0	1,165	0,006787
110	3,375	1,179	0,00625			
120	3,55	1,2635	0,006652	3,475	1,3495	0,007588
130	3,7	1,304	0,0065435			
140	3,775	1,3145	0,006284	3,85	1,495	0,00798
150	3,85	1,339	0,006117			
160	4,025	1,4	0,006268	4,15	1,612	0,008112
170	4,2	1,461	0,006277			
180	4,3	1,496	0,006214	4,35	1,689	0,007927
190	4,4	1,5305	0,006164			
200	4,475	1,5565	0,006085	4,6	1,786	0,007978
210	4,55	1,583	0,005963			
220	4,575	1,591	0,005755	4,725	1,833	0,007638

Tabelle XXII.

Fall Nr. 13. N., Jakob, 56 J. † 19. XII. 1915.

Todesursache: Encephalorrhagie; ausgebreitete Arteriosklerose; Myokarditis. Aus der Krankengeschichte: 1913 Netzhautblutung; 19. XII. 15. Apoplexie im Gasthaus; grosser schwerer Mann; Herztöne rein, II. Aortenton akzentuiert; Blutdruck (Riva-Rocci) 169 mm Hg. Arterien stark sklerotisch, Carotiden an den Verzweigungen verkalkt.

p	Carotis communis dext. 21. III. $K_0 = 2{,}2$ cm^3			Carotis comm. sin. 21. XII. Länge 12 cm; Lumen 0,6 cm; Wandd. 1,2 mm; $K_0 = 3{,}35$ cm^3		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
30				1,35	0,4029	0,002706
40				1,65	0,4925	0,003032
50				1,95	0,582	0,0033875
60				2,2	0,6566	0,003593
70				2,485	0,7417	0,00393
80	2,0	0,9082	0,005165	2,75	0,8208	0,004211

P	k	κ	ζ'	k	κ	ζ'
100	2,2	1,0	0,005	3,1	0,9253	0,004482
120	2,3	1,0455	0,004554			
140	2,4	1,091	0,00425			
150				3,45	1,03	0,003533
160	2,5	1,1355	0,004035			
180	2,6	1,182	0,00388			
200	2,7	1,199	0,003765	3,6	1,075	0,002887
220	2,783	1,26	0,003637			
240	2,866	1,303	0,003536			
260	2,99	1,359	0,003552			
280	305	1,3865	0,003432			
300	3,1	1,409	0,003309	4,05	1,194	0,0024355

Tabelle XXIII.

Fall Nr. 14. D., Paul, 70 J. † 19. I. 1916.

Todesursache und Krankheit: Encephalorrhagie. Haematoma permagna cerebri, Atherosklerosis universalis, Atresia rami descendentis Art. pulmonalis sin. Atrophia renum; Fibrosis myocardii sin.; weissliche Verdickungen in Carotis, Vertebralis, Art. fossae Silvii; Ram. anter. Art. coron. sin. obliteriert, übrige Äste sklerosiert. Valvula Aortae undicht, Herz gross. Intima Carotis ungleichmässig verdickt, an den Teilungsstellen starke Kalkablagerungen.

Anonyma-Carotis dextra. 22. I. 16. Länge 13,2 cm; Lumen (Carotis) 0,6 cm.
Wanddicke (Carotis) 1.25 mm; $K_0 = 4{,}35$ cm³

P	k	κ	ζ'
10	0,6	0,138	
20	1,025	0,2354	0,00138
30	1,6	0,3678	
40	1,95	0,4484	0,00251
50	2,275	0,5182	
60	2,575	0,592	0,00291
70	2,85	0,655	
80	3,15	0,724	0,00327
90	3,4	0,7816	
100	3,55	0,816	0,00333
110	3,65	0,839	
120	3,75	0,862	0,00316
130	3,85	0,885	
140	3,95	0,908	0,00299
150	4,15	0,954	
160	4,3	0,9885	0,00305
170	4,4	1,0115	
180	4,55	1,036	0,00305
190	4,6	1,0575	
200	4,7	1,0805	0,00292
210	4,75	1,0917	
220	4,775	1,098	0,00274
250	4,85	1,115	0,00251
300	5,025	1,155	0,00225

Tabelle XXIV.

Fall Nr. 15. Ws., Frau, 70 J. † 28. XII. 1915.

Todesursache: Carcinoma uteri.

Carotis communis sinistra, stark sklerosiert. Kalkplatten an den Teilungen
Länge 11 cm; Lumen 0,6 cm; Wanddicke 1,2—1,5 mm; $K_0 = 2{,}0$ cm^3

P	k	$\varkappa$	ζ'
200	2,3	1,15	0,003307
220	2,45	1,225	0,002969
250	2,7	1,35	0,003645
300	2,9	1,45	0,003496

Tabelle XXV.

Fall Nr. 16. Vg., Frau, 71 J. † 27. XII. 1916.

Todesursache: Altersschwäche.

Carotis dextra, stark sklerosiert und verkalkt.
Länge 11 cm; Lumen 0,65 cm; Wanddicke 1,2 mm; $K_0 = 2{,}625$ cm^3

P	k	$\varkappa$	ζ'
10	0,65	0,2476	0,003066
20	0,9	0,3429	0,002939
30	1,05	0,4	0,002667
40	1,2	0,4762	0,002834
50	1,4	0,5524	0,003051
60	1,575	0,6	0,003
70	1,7	0,6495	0,003013
80	1,825	0,6794	0,002779
90	1,925	0,7333	0,002988
100	2,0	0,7619	0,002903
120	2,1	0,8	0,002607
140	2,25	0,8571	0,002624
160	2,45	0,9333	0,002722
180	2,525	0,9619	0,00257
200	2,625	1,0	0,0025
225	2,7	1,0285	0,002352
250	2,825	1,076	0,002316
300	2,9	1,105	0,002034

Tabelle XXVI.

Fall Nr. 17. Sch., Frau, 71 J. † 5. I. 1916.

Krankheit (moribund eingebracht): Myelogene Leukämie; braune Atrophie des Herzens; allgemeine Atherosklerose bes. der Kranzarterien und der Aorta; Herzklappen z. T. verkalkt; Ikterus; Pachymeningitis hämorr.; Siderosis hepatis.

Anonyma-Carotis dextra, 6. I. 16. stark sklerosiert und verkalkt; $K_0 = 4{,}35\ \mathrm{cm}^3$

P	k	$\varkappa$	ζ'
10	0,325	0,0747	0,000279
20	0,73	0,1679	0,000704
30	1,1	0,2529	0,001335
40	1,5	0,3448	0,001486
50	2,0	0,4598	0,002114
60	2,35	0,5528	0,002547
70	2,675	0,6149	0,002701
80	2,9	0,6667	0,002778
90	3,3	0,7586	0,0032725
100	3,5	0,8037	0,003229
120	3,7	0,8506	0,002941
140	3,95	0,90815	0,002945

Tabelle XXVII.

Fall Nr. 18. Wy., Luise, 78 J. † 22. II. 1916.

Krankheit und Todesursache: Encephalorrhagie. Ausgeprägte Senilität. Schädelknochen stark rarefiziert; fortgeschrittene Arteriosklerose; Carotis und Basilaris knirschen beim Durchschneiden; Mitralis atheromatös inkrustiert, verkürzt; im Herzmuskel Sehnenflecken.

Carotis communis sinestra. 23. II. 16. $K_0 = 3{,}6\ \mathrm{cm}^3$

P	k	$\varkappa$	ζ'
60	2,2	0,6112	0,003112
80	2,7	0,7675	0,003681
100	3,05	0,8472	0,003589
120	3,35	0,9305	0,00361
140	3,55	0,8861	0,003473
160	3,75	1,042	0,003391
180	3,875	1,08	0,003218
200	4,0	1,111	0,003083
220	4,2	1,166	0,003092

II. Serie: Arteria femoralis.

Tabelle XXVIII und XXIX.

P	Fall Nr. 2 Gm., Hans, 9 J. 26. II. 1916 Femoralis. Länge 7,5 cm; Lumen 0,35 cm; Wandd. 0,3 mm; $K_0 = 0,65$ cm^3			Fall Nr. 3 Me., Luise, 20 J. 10. I. 1916 Femoralis. Länge 10 cm; $K_0 = 0,8$		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
10				0,125	0,15625	0,001221
20	0,13	0,2	0,001	0,175	0,2085	0,001197
30				0,2	0,25	0,001042
40	0,25	0,3846	0,001849	0,2875	0,3594	0,001614
50				0,3625	0,4531	0,0020065
60	0,38	0,5858	0,002847	0,4	0,5	0,002083
70				0,475	0,5937	0,002518
80	0,575	0.8846	0,004891			
100	0,625	0,9616	0,004623			
120	0,75	1,154	0,0055475			
140	0,875	1,346	0,006472			
160	1,0	1,538	0,0073965			
180	1,1	1,692	0,007955			
200	1,175	1,807	0,008166			
220	1,225	1,885	0,008357			

Tabelle XXX und XXXI.

P	Fall Nr. 19 Me., Rosa, 28 J. † 19. XII. 1915 Krankheit: Tbc. pulmonum Femoralis zart, glatt Länge 12 cm; Lumen proximal 0,3, distal 0,25 cm; Wandd. 0,4 mm; $K_0 = 0,5$ cm^3			Fall Nr. 7 Meh., Frau, 40 J. Femoralis zart, glatt. Länge 9 cm; Lumen 0,4 cm; Wandd. 0,4 mm; $K_0 = 1,025$ und 1,05 cm^3 [1])		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
60				0,5	0,4878	0,001978
70				0,55	0,5378	0,002066
80				0,6	0,5854	0,002141
90				0,65	0,6454	0,002314
100				0,7	0,6831	0,002333
110				0,75	0,7317	0,002434
120				0,8	0,7805	0,002538
130				0,85	0,8293	0,002645
140				0,9	0,8781	0,002755
150				0,95	0,9268	0,002863
160[1])				1,025 [1])	0,9762	0,002978

---

[1]) Vergl. Bemerkung zu Tabelle XVI, Seite 581.

P	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
170				1,05	1,0	0,002941
180				1,075	1,022	0,002898
190				1,1	1,048	0,002888
200	0,5	1,0	0,0025	1,175	1,118	0,003131
210				1,2	1,143	0,002968
220				1,215	1,157	0,002858

Tabelle XXXII und XXXIII.

P	Fall Nr. 9 Bd., Frau, 48 J. Femoralis, einz. Intimaflecken Länge 12 cm; Lumen 0,4 cm; Wandd. 1 mm; $K_0 = 2,2$ cm^3			Fall Nr. 11 St., Theodor, 53 J. Femoralis, sklerotisch Länge 9,5 cm; Lumen 0,65 cm Wandd. 1 mm; $K_0 = 2,5$ cm^3		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
70	0,925	0,4205	0,0012			
80	1,075	0,4909	0,00126			
90	1,2	0,5466				
100	1,25	0,56685	0,001607	1,05	0,42	0,000882
110	1,325	0,6023				
120	1,4	0,6219	0,001611			
130	1,45	0,6591				
140	1,5	0,6818	0,00166			
150	1,55	0,70455		1,3	0,52	0,0009013
160	1,65	0,74995	0,001757			
170	1,7	0,7907				
180	1,75	0,79555	0,001758			
190	1,8	0,8182				
200	1,825	0,84885	0,0018	1,42	0,568	0,0008066
210	1,875	0,8523	0,00178			
220	1,9	0,8636	0,001695			

Tabelle XXXIV und XXXV.

P	Fall Nr. 12 Wyd., Jakob, 55 J. 15. II. 1916 Femoralis, sklerotisch Länge 6 cm; Lumen 0,6 cm Wandd. 1 mm; $K_0 = 1,9$ cm^3			Fall Nr. 13 N., Jakob. 56 J. 27. XII. 1915 Femoralis, sklerotisch Länge 11 cm; Lumen 0,5 cm Wandd. 1 mm; $K_0 = 2,4$ cm^3		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
20				0,3	0,125	0,000391
40				0,6	0,25	0,00078125
60	0,475	0,25	0,000533			
80	0,55	0,2962	0,0005484	0,9	0,375	0,0008789
100	0,625	0,3374	0,0005692	1,05	0,4375	0,000957
120	0,7	0,3684	0,0005645			
140	0,775	0,4079	0,0005942			
150				1,25	0,5207	0,0009042
160	0,8	0,421	0,000554			
180	0,85	0,4474	0,000556			
200	0,925	0,4758	0,000565	1,35	0,5625	0,000791
220	0,975	0,5143	0,0006012			
300				1,45	0,6042	0,0006084

Tabelle XXXVI und XXXVII.

P	Fall Nr. 15 Ws., Frau, 70 J. 30. XII. 1915 Femoralis, stark verkalkt A. poplitea thrombosiert Länge 14 cm; Lumen 0,5 cm Wandd. 1,3—1 mm; $K_0 = 2,0$ cm^3			Fall Nr. 20 Kr., Rosa, 74 J. 4. II. 1916 Krankh.: Pleuropneumonia fibrin. et Pericarditis; Atherosklerosis der Herzklappen und Arterien mit Verkalkung; Herz vergrössert; Nierenschrumpfung; Katarakta senilis; Femoralis allg. verkalkt, knirscht; Länge 18,5 cm; Lumen 0,35 cm; Wandd. 0,75–1,25 mm; $K_0 = 2,6$ cm^3		
	k	$\varkappa$	ζ'	k	$\varkappa$	ζ'
25	0,225	0,1125	0,0002525			
50	0,45	0,225	0,0005062			
75	0,6	0,3	0,0006			
100	0,7	0,35	0,0006125	0,65	0,25	0,000287
140				0,9	0,275	0,00027
160				0,975	0,375	0,0003491
180				1,0	0,3846	0,0004109
200	0,9	0,45	0,0005062	1,0	0,3846	0,0003698

Zur Vervollständigung der Kapazitätsmessungen machte ich eine Reihe von Versuchen über die lineare Dehnung der Arterien durch Zugsbelastung, wobei ich dieselben in toto durch ein angehängtes Gewicht in der Längsrichtung dehnte. Diese Messungen betästigen mir meine Annahme, dass auf solche Weise mit viel grösserer Ungenauigkeit und viel grösserer Umständlichkeit gearbeitet wird. Die erhaltenen Zahlen erfordern zudem eine mühevolle und unsichere Umrechnung, um Schlüsse auf den Blutdruck und die statischen Verhältnisse des Kreislaufes überhaupt zu gestatten. Es seien nur einige der wichtigsten Momente hier erwähnt:

Zugbelastung muss den belasteten Querschnitt in Rechnung ziehen. Dieser wechselt nicht nur unter verschiedenen Personen und verschiedenen Arterien der gleichen Person, sondern auch im Verlauf ein und derselben Ader. Der Unterschied macht sich hier schon beim Gesunden geltend und weit mehr noch bei pathologisch veränderten Arterien, wo er durchaus unberechenbar ist. Aber auch der Zug selbst verändert den Querschnitt in schwer bestimmbarer Weise, wenn wir ganz davon absehen wollen, dass Dehnung in einer Dimension stets Verkürzung in der dazu senkrechten zur Folge hat.

Zu diesen Fehlerquellen, die im Material und in der Methodik selbst begründet sind, gesellen sich die Schwierigkeiten der exakten Messung. Entweder brauchen wir sehr diffizile Apparate, mit welchen die Untersuchung sehr zeitraubend ist, daraus resultiert eine ungebührliche Beschränkung in der Zahl der Beobachtungen, und eine Schädigung des Untersuchungsobjektes im Laufe der ausgedehnten Experimente, ohne dass dabei die erst erwähnten Fehler sich ausschalten liessen. Anderseits lässt bei rasch gemachten Messungen mit einfachen Instrumenten die Genauigkeit im Stich; die Fehler werden durch komplizierte Rechnung vervielfacht und übersteigen in jedem Falle diejenigen meiner Kapazitätsmessung um ein Bedeutendes, ohne den Vorteil zahlreicher gleichmässiger Einzelbeobachtungen.

Tabelle XXXVIII.

Es folgen hier die gewonnenen Masszahlen, ebenfalls dem Lebensalter nach zusammengestellt; alle Fälle betreffen Karotiden.

Nr.	Name	Alter	Zug in g	Länge unbelastet	Länge belastet	Bemerkung
4	Me., Paula	26	500	7,2 cm	11,4 cm	
4	„	„	1000	7,2 „	12,5 „	
6	Mü., Rosa	35	1000	5,6 „	8,4 „	Car. sin.
10	Me., Joh.	52	1000	8,2 „	11,2 „	verkalkt
14	D., Paul	70	1000	12,25 „	15,75 „	verkalkt

Einige weitere Masse erhielt ich, indem ich die unter Druck gefüllten Kopfschlagadern auf die dadurch verursachte Längenzunahme prüfte; die entsprechenden Zahlen sind:

Nr.	Name	Alter	Druck in cm H_2O	Länge		Bemerkung
				unbelastet	belastet	
1	R., Hans	$8^1/_2$	200	4,25	5,75	Carot. dext.
1	"	"	120	4	5	Carot. sin.
2	G., Hans	9	100	6	7,5	" dext.
6	Mü., Rosa	35	160	9,5	12,25	" "
6	"	"	160	2,6 Umfang	3.1 Umfang	
8	U., Barbara	45	180	10,5	12,5	" sin.

Die Karotiden von Nr. 6 und 8 lassen beim angewandten Füllungsdruck deutliche Schlängelung erkennen; das Gleiche gilt für alle Arterien im selben oder in höherem Alter.

Ich habe mich bemüht, diese Messresultate in ein rechnerisches Verhältnis unter einander zu bringen; dabei verzichte ich allerdings für diesmal auf die Berücksichtigung der Wanddicken, da solche über den heutigen Plan meiner Untersuchungen hinausgeht. Diese Berechnung kann auf Grund der in den Tabellen gegebenen Daten nach Bedarf nachgeholt werden.

Die Ausrechnung von ε nach der in Tabelle I für die Wertheimschen Arterien benutzten Formel $\frac{\Delta l}{l P}$ ergibt bei meinen Karotiden die in der entsprechenden Kolonne der Tabelle XXXIX angegebenen Werte. Ich bezeichne darin in Analogie zu meinen andern Tabellen mit L_0 die unbelastete Länge, mit l den Längenzuwachs bei Belastung, mit λ den Quotient $\frac{l}{L_0}$, d. i. den Längenzuwachs pro 1 cm ursprünglicher Länge. Ausser ε habe ich auch den Wert von ζ, nach der Parabelbegleichung $\zeta = \frac{\lambda^2}{2P}$ berechnet, beigesetzt.

Tabelle XXXIX

Nr.	Alter	P	L_0	l	λ	ε	ζ
1	$8^1/_2$	120	4	1	0,25	0,0021	0,00026
1	"	200	4,25	1,5	0,353	0,001765	0,0003114
2	9	100	6	1,5	0,25	0,0025	0,0003125
4	26	500	7,2	4,2	0,5833	0,001166	0,0003406
4	"	1000	7,2	5,3	0,736	0,000736	0,000276
6	35	1000	5,6	2,8	0,5	0,0005	0,000125
8	45	180	10,5	2,0	0,1905	0,001058	0,0001001
10	52	1000	8,2	3,0	0,366	0,000366	0,000067
14	70	1000	12,25	5,5	0,449	0,000449	0,000101

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass meine Zahlen für ε denjenigen von Wertheim (siehe Tab. I) ziemlich nahe stehen. Nur bei seinem 21jährigen erhielt er bedeutend höhere Ziffern. Das ist bedingt durch seine geringern Gewichte, die hier eine grosse Rolle spielen, wie es sich ja auch bei Wertheims Zahlen von ein und demselben Individuum zeigt. Auch meine Werte für ε weisen eine allzugrosse Abhängigkeit von der Belastung auf. Wohl sehen wir im Allgemeinen ein Sinken des Elastizitätskoeffizienten mit zunehmendem Alter; für gleichen Zug; aber bei wechselndem P kommt dies nicht klar zum Ausdruck.

Besser prägt sich die Abnahme der Dehnbarkeit im höheren Alter in der Kolonne von ζ aus, wenn auch hier noch die kaum zu vermeidenden Versuchsfehler sich störend geltend machen. Die Dehnbarkeitskonstante für lineare Dehnung bewegt sich hier in gleichem Sinne wie diejenige für kubische Dehnung. Die absoluten Zahlen für ersteres ζ sind wesentlich kleiner als für das ζ der Kapazität; ein bestimmtes Verhältnis beider möchte ich aus den wenigen Daten meiner Untersuchung nicht ableiten. Ebenso will ich diesmal darauf verzichten, ähnliche Berechnungen wie die voranstehenden aus den Dehnungsversuchen anderer Autoren: Moens (47), Roy (62), Hiller (30), Thoma und Kaefer (79), Suter (70) u. a. zu machen. Dieses interessante Problem ist wohl der Bearbeitung wert; es würde aber angesichts der Schwierigkeit, eine gemeinsame Basis aufzustellen, hier zu weit ablenken.

Eine Rechnung aber will ich noch durchführen. Ich habe bei Fall 6 (35 J.) für eine Füllung mit 160 g Wasserdruck pro cm² den Zuwachs sowohl an Länge wie an Umfang gemessen. Es ist laut Tabelle XXXVIII $L_0 = 9{,}5$; $L_{160} = 12{,}25$, also $l_{160} = 2{,}75$, $\lambda_{160} = 0{,}2895$, daraus berechnet sich ζ_l auf 0,0002619.

Aus $U_0 = 2{,}6$ cm und $U_{160} = 3{,}1$ cm berechnet sich, nach der Formel $R = \frac{U}{2\pi}$, $R_0 = 0{,}3538$ cm; $R_{160} = 0{,}433$ cm; $R_{160} - R_0 = r_{160} = 0{,}0792$; $\frac{r_{160}}{L_0} = \varrho_{160} = 0{,}2244$; demnach ist $\zeta_r = 0{,}0001574$[1]).

Es ergibt sich daraus das bemerkenswerte Verhältnis, dass die Dehnbarkeitskonstante in longitudinaler Richtung zu derjenigen in radiärer Richtung sich verhält wie 3 : 2. Die Arterie ist also in der Längsrichtung dehnbarer als in der Quere, und zwar entspricht für die Gewichtseinheit einer dreifachen Zunahme der Masseinheit in longitudinaler Ausdehnung eine doppelte im Radius.

---

[1]) R unter Abzug der Wanddicke als innerer Radius berechnet.

Die Probe auf das Exempel gibt ein Vergleich zwischen der linearen und der kubischen Dehnung. Der Inhalt einer Arterie ist $\pi R^2 L = K$. Bezeichne ich mit 0 den Füllungsdruck Null, und mit dem Affix p einen beliebigen höhern Füllungsdruck, so ist $K_p = \pi R_p^2 L_p$. Nun ist $L_p = L_o + l_p$; $l_p = L_o \lambda_p$; $\lambda_p = \sqrt{2 \zeta_l P}$ also nach Einsetzung der Werte $L_p = L_o + L_o \sqrt{2 \zeta_l P} = L_o (1 + \sqrt{2 \zeta_l P})$.

In gleicher Weise berechnet sich $R_p = R_o (1 + \sqrt{2 \zeta_r P})$.

Demnach ist $K_p = \pi [R_o (1 + \sqrt{2 \zeta_r P})]^2 L_o (1 + \sqrt{2 \zeta_l P})$.

Den mittleren inneren Durchmesser der Karotis, von der hier die Rede ist, mass ich zu 0,6 cm (Tab. XV). Also ist $R_o = 0{,}3$ cm. L_o ist, wie oben angegeben, 9,5 cm.

Daraus habe ich einige Werte für die elastische Kapazität bei verschiedener Druckfüllung berechnet und zum Vergleich die entsprechende gemessene elastische Kapazität beigefügt:

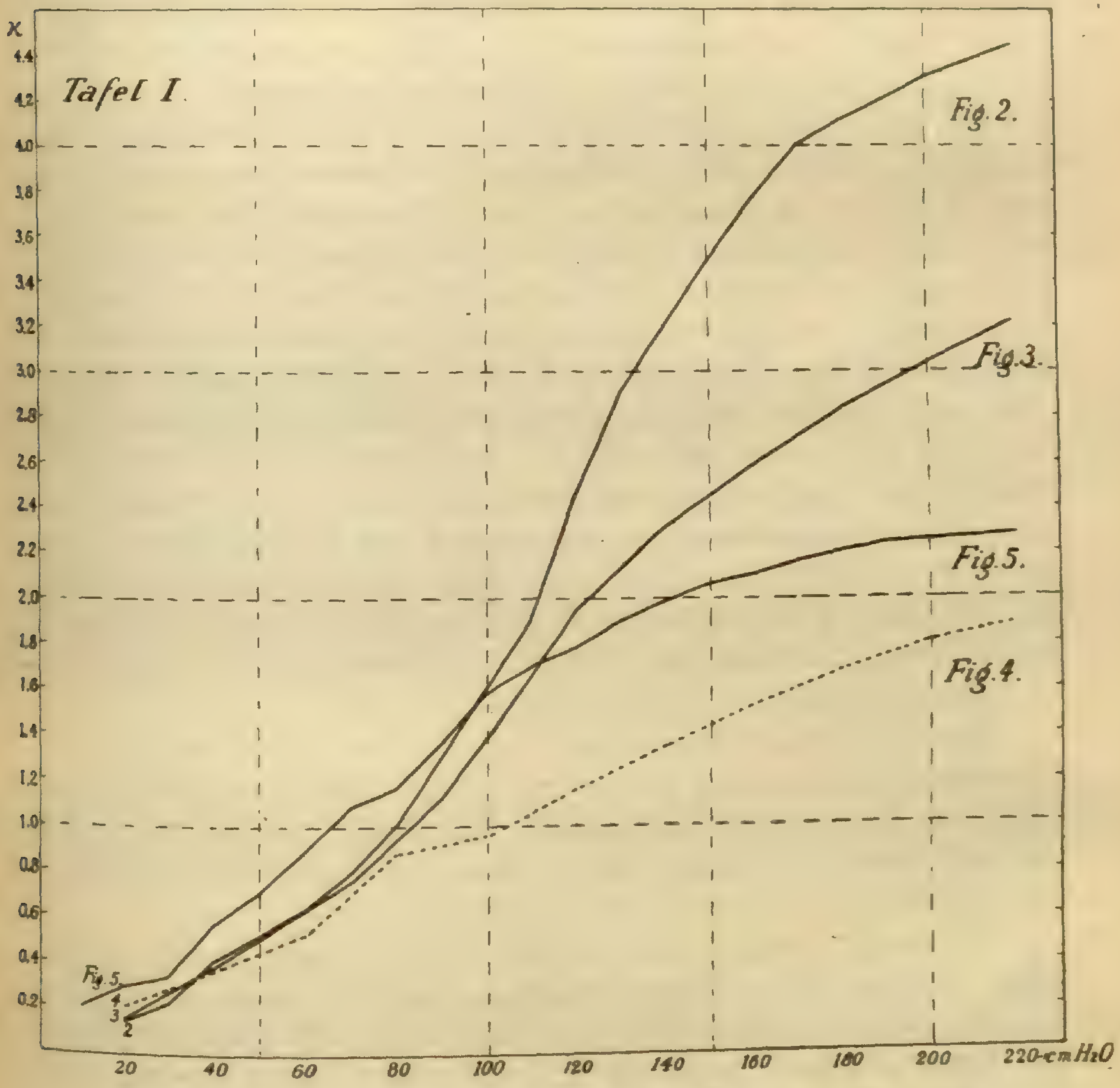
k_{100}	berechnet	2,3275	gemessen	2,35
k_{160}	„	3,3425	„	3,65
k_{200}	„	4,582	„	4,8

Diese wenigen Zahlen mögen genügen, um den Grad der Übereinstimmung der beiden auf verschiedene Art gewonnenen Kapazitäten zu demonstrieren. Sie bilden einen Prüfstein für die Zuverlässigkeit des Verfahrens.

Kurven und Ableitungen.

Eine gute Anschauung über stufenweise Änderung von Massverhältnissen der Körper gibt jederzeit die Aufstellung von Kurven. Speziell für die Dehnbarkeit der Arterien wurden solche schon von verschiedenen Autoren, u. a. von Roy (62) und von Thoma und Kaefer (79) zur Darstellung mitbenutzt. Ich selbst habe mir von allen untersuchten Arterien die Dehnungskurven entworfen; einen Teil dieser Kurven lege ich in Abbildungen bei, speziell diejenigen, die die vollständigste Entwicklung zeigen. Zum Vergleich möge die in Fig. 9, Taf. II wiedergegebene Kurve des Gummischlauches F dienen (s. Tabelle VI). Dieser Schlauch entspricht nach Lichtung und Wandstärke recht gut den untersuchten Arterien und war von guter Elastizität. Die Dehnungskurve, die ich in genau gleichem Maßstab wie die arteriellen Kurven aufzeichnete, ist besonders im Anfangsteil von viel geringerer Ordinatenhöhe als alle Arterienkurven. In ihrem Verlauf entspricht sie dem, was ich bei ihrer mathematischen Ableitung bereits gesagt habe (pag. 574), sie ist eine annähernd gerade Linie mit schwacher Neigung zur Erhebung bei zunehmender Entfernung vom Nullpunkt.

Bei Konstruktion der Kurven trug ich als Einheit der Abszisse je 10 cm Zuwachs an Wasserhöhe des Füllungsdrucks ein. Die Ordinaten stellen den Zuwachs an elastischer Einheitskapazität dar. Da diese selbst für die meisten Arterien zu klein ist, um deutliche Bilder zu geben, nahm ich als Ordinateneinheit ihren zehnfachen Wert. Es ist also in den Kurven $x = 10\,P$ und $y = 0{,}1\,\varkappa$. Die Kurven erscheinen dadurch in der Höhendimension übersetzt, um an Klarheit zu gewinnen; ihr Charakter bleibt unverändert.



Tafel I—III Dehnungskurven. Abszissen-Einheit = 10 cm Wasserhöhe.
Ordinaten-Einheit = 0,1 ϰ;
nur in Tafel I ist letztere = 0,2 ϰ.

Tafel I. Fig. 2. Carotis sinistra des 8 ½ jährigen Knaben Nr. 1.
„ 3. Carotis dextra desselben.
„ 4. Femoralis des 9 jährigen Knaben Nr. 2.
„ 5. Carotis sinistra des 20 jährigen Mädchens Nr. 3.

Bei Würdigung der Kurven dürfen wir ruhig absehen von kleinen Schwankungen und Unregelmässigkeiten in ihrem Verlauf. Sie sind bedingt durch kleine Fehler in der Beobachtung und im Material, die sich nicht ganz vermeiden lassen. Durch die Konstruktion der Kurven werden sie vervielfacht und auffällig hervorgehoben. Für das allgemeine Resultat sind sie von keiner Bedeutung.

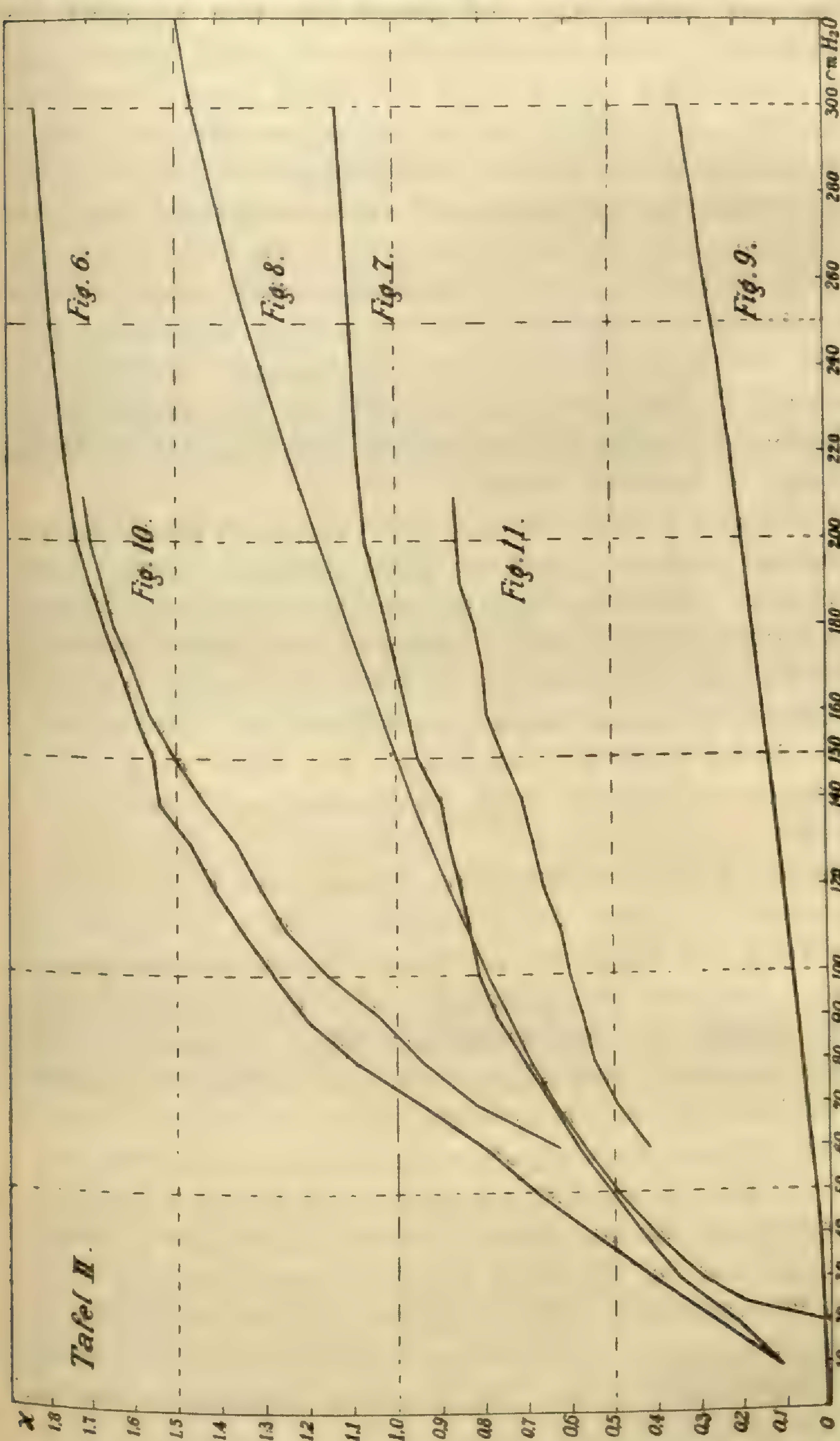
Ich will in erster Linie das Gemeinsame der Kurven und der Tabellen betrachten und nachher zu den Differenzen übergehen. Alle Kurven sowohl von Karotiden wie von Schenkelarterien, von alten und jungen, von aderngesunden und gefässkranken Personen haben ein einheitliches Merkmal: Sie sind in ihrem Hauptteil, für Druckwerte zwischen 100 und 300 cm H_2O, gegen die Abszissenaxe konkav. Sie unterscheiden sich dadurch in ganz charakteristischer Weise nicht nur von den Dehnungskurven des Kautschucks, sondern von derjenigen aller unbelebten Körper. Deren Kurven verlaufen, wie schon gesagt, innerhalb der Proportionalitätsgrenze als Gerade und nach deren Überschreitung bis zur Grenze der Elastizität selbst in zur Abszisse konvexen Linie. Man sieht: Bei den Arterien nimmt die Kapazität, d. h. die kubische Dehnung nicht in gleichem Verhältnis zu wie die Belastung; die Dehnungsfähigkeit nimmt bei steigendem Füllungsdruck stetig ab.

Das stimmt damit überein, was seit Wertheim (91) mit wenigen Ausnahmen alle Forscher auf diesem Gebiete festgestellt haben. Es blieb aber bisher die Frage ungelöst: In welchem Verhältnis steht die Dehnbarkeit zum Druck resp. zur Last des Zuges, oder, allgemein ausgedrückt, zur statischen Beanspruchung?

Die exakte Beantwortung dieser Frage konnte bisher darum nicht erfolgen, weil bisherige Forscher entweder überhaupt mit zu kleinem Material gearbeitet haben, oder wegen der Kompliziertheit der frühern Messmethoden ihr Material nicht ausnützen konnten. Es war mir mit meinem Verfahren möglich, verhältnismässig rasch ein grosses Zahlenmaterial zu sammeln, das als Grundlage für alle Berechnungen unerlässlich ist. Diese selbst ergaben sich ohne weiteres aus den Regeln der Mathematik.

In meiner ersten Publikation über diesen Gegenstand habe ich als wichtiges Ergebnis meiner Untersuchungen den Satz aufgestellt: Die elastische Kapazität der Arterien bei steigendem Füllungsdruck im Bereiche der physiologischen Druckwerte wächst im Sinne einer Parabel.

Ich musste mich a. a. O. beschränken auf die Wiedergabe und Besprechung von zwei Kurven. Indem ich heute das ganze Material bringe, kann ich darstellen, in welcher Ausdehnung dieser Satz auch für die andern Arterien Geltung hat. Jede Kurve hat einen steil



Tafel II. Fig. 6. Carotis sinistra der 45 jährigen Frau Nr. 8.
„ 7. Carotis dextra mit Anonyma des 70 jährigen Mannes Nr. 14.
„ 8. Parallel.
„ 9. Dehnungskurve des Gummischlauches F.

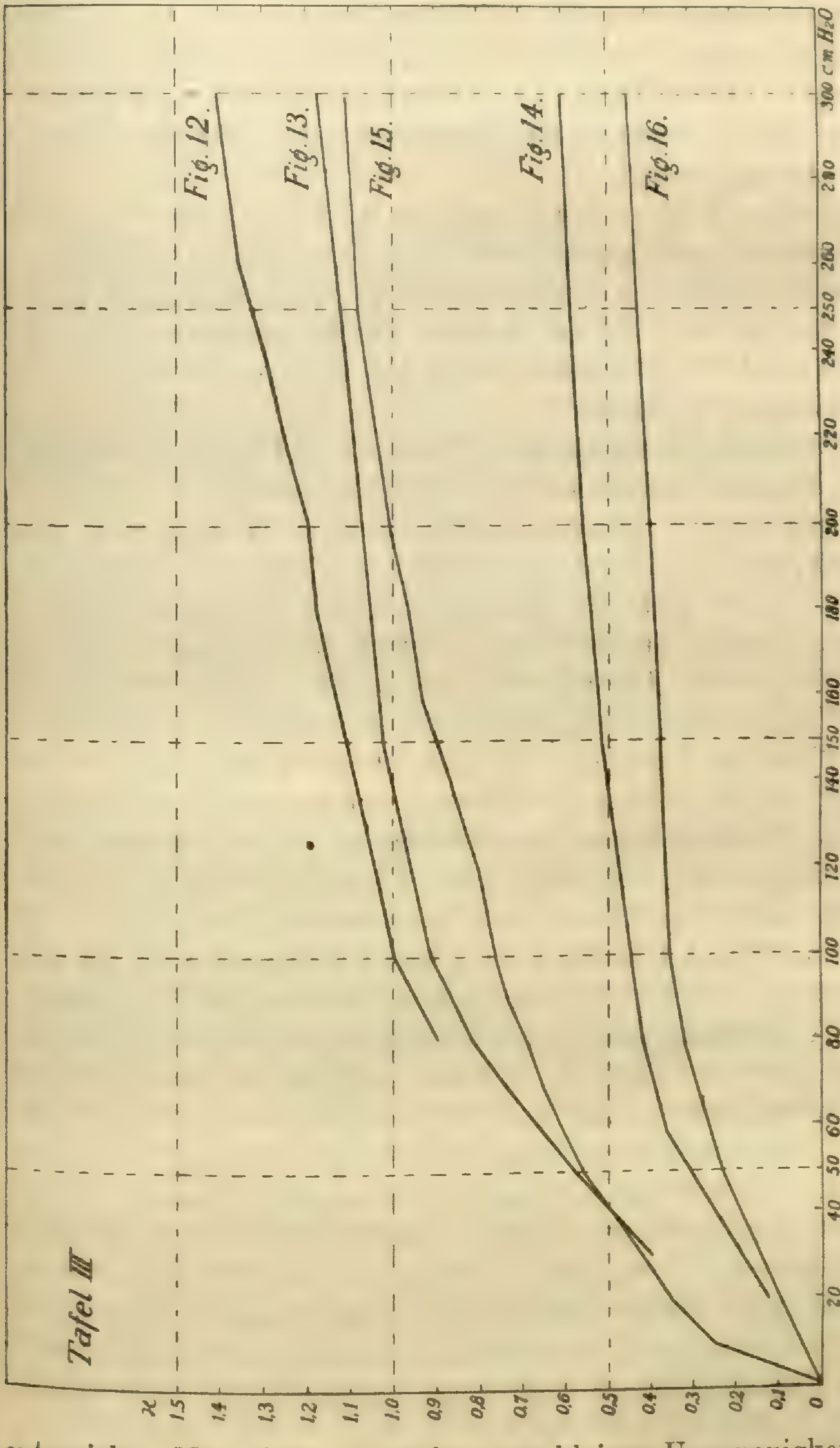
Figur 10. Carotis dextra der 48-jährigen Frau Nr. 9.
„ 11. Femoralis derselben.

ansteigenden Beginn und geht allmählich über in eine Richtung, die sich mehr und mehr zur Abszissenaxe parallel einstellt, ohne doch diese Parallelität zu erreichen. Diese Kurvenform schliesst ohne weiteres aus: die Gerade und alle in sich geschlossenen Kurven, wie Kreis, Ellipse und Spirale u. a. Es bleiben also zum Vergleich nur offene Kurven, von welchen die einfachsten Hyperbel und Parabel sind. Mit beiden zeigen die Arterien-Dehnungskurven Ähnlichkeit. Beide gehen aus einer anfänglich zur x-Axe senkrechten Linie in eine zu ihr konkave Richtung über. Aber während die Parabel, gleich meinen Arterienkurven, mehr und mehr einer zur Abzisse parallelen Richtung zustrebt, erreicht die Hyperbel diese Parallelität nie. Im Gegenteil, sie entfernt sich, nach kurzem Verlauf einer geraden Form sich nähernd, immer mehr von der x-Axe, und strebt dem Schnittpunkt mit einer ausserhalb von ihr liegenden Geraden, der Assymptote zu. Es kann also zum Vergleich mit der volumetrischen Dehnungskurve der Arterie nur die Parabel oder eine ihr im Prinzip ähnliche Kurve in Betracht kommen.

Dabei müssen wir bedenken, dass eine Identität meiner Kurven mit der mathematischen Grundform nicht erwartet werden kann. Kein Naturkörper hat mathematisch genaue Form, auch der einfachste und regelmässigste Kristall nicht. Denn in der Natur finden wir niemals die einfachsten Bedingungen erfüllt, die wir der mathematischen Ableitung zu Grunde legen. Überall tritt die Materie störend dazwischen, überall sind die Vorgänge in der Natur auf komplexe Ursachen, auf das mannigfache Spiel von Wirkung und Gegenwirkung zurückzuführen.

Zu den best bekannten einfachsten Gesetzen der Physik gehören die Fallgesetze. Einzelne ihrer Formeln entsprechen genau der Parabelgleichung, und die Kurve des freien Wurfes ist mathematisch eine Parabel. Aber auch sie gelten nur, wenn wir die Materie ausser Acht lassen können. In der materiellen Natur treten eine Reihe von Faktoren hemmend dazwischen. So wird bekanntlich aus der mathematisch konstruierten parabolischen Flugbahn des nur der treibenden Kraft und der Schwerkraft folgenden Schwerpunktes unter dem Luftwiderstand die ballistische Kurve, die sich mit abnehmender Geschwindigkeit des fliegenden Körpers rascher der Abszissenaxe zuneigt, als dies bei der reinen Parabel der Fall ist. So dürfen wir auch in unserem Falle nicht die reinen mathematischen Kurven zu sehen erwarten, sondern begnügen uns mit einer mehr oder weniger grossen Ähnlichkeit mit solchen. Mathematisch ausgedrückt kann ich sagen: Meine Arterien-Kurven nähern sich der Parabel, d. h. die Parabel ist ihre Idealform, der sie alle zustreben.

Wie weit diese Ähnlichkeit geht, ersieht man auf Tafel II 8, wo ich zu den vier Arterienkurven eine Parabel eingezeichnet habe, die in ihren Massen ungefähr denjenigen der Karotis des 70 jährigen D.



Tafel III. Fig. 12. Carotis dextra des 56 j Mannes Nr. 13
„ 13. Carotis sinistra desselben.
„ 14. Femoralis desselben.
Fig. 15. Carotis dextra der 71 jährigen Frau Nr. 16.
„ 16. Femoralis der 74 jährigen Frau Nr. 20.

entspricht. Man sieht, abgesehen von kleinen Ungenauigkeiten, dass die Arterienkurve vom Drucke 20—200 ziemlich glatt parallel verläuft zur Parabel. Die Strecke für Druckwerte über 200 cm Wasserhöhe nähert sich mehr der Horizontalen als dies die Parabel tut, gleicht also in dieser Hinsicht der ballistischen Kurve. In der Breite des niedrigen Druckes verläuft die Arterienkurve weniger steil, und strebt mehr in gerader Linie einem Punkte zu, der nicht dem Scheitelpunkt der Parabel, sondern dem Schnittpunkt der Direktrix derselben mit ihrer Axe entspricht.

Ein Blick auf die anderen Kurven lehrt, dass sie im Prinzip damit übereinstimmend gebaut sind. Ich unterlasse es, für alle die entsprechende Parabel zu konstruieren, und verweise auf die Zahlen von ζ in den Tabellen, die uns genauer als die graphischen Darstellungen den Grad der Übereinstimmung mit der Parabel und die Abweichungen davon beweisen.

Die Parabelgleichung lautet: $y^2 = 2px$. Wir nehmen als y die elastische Einheitskapazität $\varkappa$, als x den Füllungsdruck P; das p der Formel nenne ich, um Missverständlichkeiten zu vermeiden, ζ. Dann heisst die Formel $\varkappa^2 = 2\zeta P$. Während nun $\varkappa$ und P variieren, ist ζ konstant[1]), d. h. es muss für jeden Wert von P und $\varkappa$ gleich bleiben, wenn meine Kurven Parabeln sind. Wie weit dies zutrifft, ist aus den Tabellen in den Kolonnen für ζ zu sehen. Gehen wir aus von Tabelle XXIII, welcher die Kurve 7 Tafel II entspricht, so sehen wir, dass die Werte für ζ zwischen 60 und 200 cm Wasserdruck nur um vier Einheiten der vierten Dezimalstelle differieren, also praktisch gleich sind. Ähnlich liegen die Verhältnisse für alle andern untersuchten Arterien: Wir finden bei allen eine breite Strecke, in welcher die Zahlen von ζ nur unbedeutend von einander abweichen. Der Charakter der Parabel im Bereiche dieser Übereinstimmung ist demnach für die volumetrischen Dehnungskurven meiner Arterie bewiesen.

Diese Übereinstimmung erstreckt sich allgemein auf die Druckwerte von 100—220, resp. wo sich die Messung so weit ausdehnte, bis 300 cm Wasserhöhe, das sind 74—162, resp. bis 221 cm Quecksilbersäule. Da die physiologischen Werte des arteriellen Blutdruckes alle innerhalb dieser Zahlen liegen, ist für die Arterien, die ich untersuchte, mein Satz von Seite 596 bewiesen, dass elastische Kapazität und Füllungsdruck zu einander im Verhältnis der Parabelgleichung stehen. Ich kann diesen Satz auch so formulieren: Das Quadrat der elastischen Kapazität ist gleich dem doppelten Produkte aus dem Füllungsdruck und einer Konstanten, der Dehnbarkeitskonstante.

---

[1]) Demnach ist ζ analytisch-geometrisch der Halbparameter der Parabel.

Ich stehe nicht an, diesen Satz zu verallgemeineren. Die genügend grosse Zahl des Untersuchungsmaterials und der gewonnenen Masse berechtigt mich hiezu. Meine Arterien sind allen Altersstufen entnommen, und schliessen gesunde und kranke Adern in sich. Meine Ableitungen erhielt ich aus Versuchen mit Kopfschlagadern als typisch elastischen Arterien so gut wie von Schenkelschlagadern, dem Beispiel einer vorwiegend muskulösen Arterie.

Es erübrigt mir noch, anschliessend einige Besonderheiten zu besprechen. Bei Vergleichung der Kurve von Fig. 7 mit der konstruierten Parabel, machte ich darauf aufmerksam, dass Anfangs- und Endabschitt derselben von der Parabel abweichen. Dies prägt sich auch in den Zahlen für ζ darin aus, dass diese für kleine und für ganz hohe Druckwerte niedriger sind als der Durchschnitt. Das zeigt sich bei allen Untersuchungsobjekten.

Gering sind die Abweichungen nach oben; ich habe bereits auf eine Ähnlichkeit mit der ballistischen Kurve hingewiesen. Bedeutender ist die Differenz für Druckwerte unterhalb der physiologischen Grenzen, besonders bei Personen unter 30 Jahren. Da wird der Anfangsteil der Kurve bis etwa zur Druckhöhe 100 eine gerade Linie; ja für die beiden Knaben unter 10 Jahren nimmt dieser Teil der Kurve direkt entgegengesetzten Charakter an. Er wendet seine Konvexität der Abszissenaxe zu, um erst von 110—120 an die umgekehrte Richtung zu nehmen. Ich habe vorläufig keine Erklärung für solches Verhalten, und will auch darauf verzichten, für diesen Kurvenabschnitt eine mathematische Analyse zu geben. Möglicherweise handelt es sich lediglich um Störungen in der Kapazitätsmessung, die sich bei so kleinen Werten vielleicht nicht mit der nötigen Genauigkeit ausführen liessen; das ist aber deshalb nicht wahrscheinlich, weil die ältern Arterien mit relativ kleinern Kapazitäten auch für niedrige Zahlen grössere Kongruenz zeigen. Eher dürfte man daran denken, dass bei den jungen Leuten die Muskulatur der Arterien, trotz postmortaler Erschlaffung, doch noch einen Einfluss ausübt, der bei der sehr dehnbaren Elastika der jugendlichen Gefässe bei niedrigem Druck zur Geltung kommen kann. Sei dem wie ihm wolle, einen wesentlichen Einfluss auf die statischen Verhältnisse des Blutes in den Arterien können diese Abweichungen nicht hervorbringen, da sie ausserhalb der physiologischen Blutdruckwerte liegen.

Es zeigt sich bei Vergleichung der Tabellen, dass symmetrische Arterien des gleichen Individuums etwas abweichende Zahlen für die elastische Kapazität und das daraus abgeleitete ζ aufweisen. Soweit hier nicht kleine Schwankungen in der Messung in Betracht kommen, handelt es sich wohl um Veränderungen, welchen die Arterien postmortal unterliegen. Es war mir nur selten möglich, die erhaltenen Arterien am Tage der Sektion alle zu untersuchen. So kam es, dass zwischen die Untersuchungen zweier Karotiden desselben Individuums meist ein Zeitraum von 24 Stunden zu liegen kam, der nicht ganz ohne Bedeutung sein konnte. Am grössten scheint der Einfluss zu sein bei den jüngsten Altersstufen, wo die Differenzen ziffernmässig am höchsten sind. Ich prüfte aus diesem Grunde die elastische Kapazität ein und derselben Art. Anonyma-Carotis am Tage nach dem Tode und nochmals 24 Stunden später. Es zeigte sich, dass in der Zwischenzeit die Dehnbarkeit zugenommen hatte. Die Tabelle XIV enthält die entsprechenden Zahlen. Die Zunahme der Kapazität ist, wie man sieht, gering, aber doch in allen Druckstufen deutlich. Die gleiche Tabelle zeigt übrigens auch, wie wenig die beiderseitigen Karotiden voneinander in ihren Massen abweichen, wenn sie genau sind und wenn die Untersuchung zu gleicher Zeit erfolgen konnte.

Es erweist sich aus dieser Untersuchung, dass wie auch frühere Beobachter — ich nenne Hiller, Roy, Mc Williams, Strassburger — feststellen konnten, das elastische Gewebe den postmortalen Veränderungen gegenüber mehrere Tage lang relativ unempfindlich bleibt; geringe Änderungen treten allerdings doch ein, die sich mit meiner Kapazitätsprüfung messen lassen. In meinen ersten Versuchen, die etwas längere Zeit beanspruchten, konnte auch ich die schon von Wertheim beobachtete Tatsache erkennen, dass mit der Eintrocknung die Dehnbarkeit der Arterien abnimmt. Von der elastischen Nachdehnung W. Webers (88) bemerkte ich bei meinen Versuchen nichts. Sie spielt auch physiologisch keine Rolle. Unter dem diastolischen Blutdruck sind die Arterienwände ständig in einem konstanten Spannungszustand, der allerdings dem Maximum der möglichen Nachdehnung entspricht, aber niemals in den Zustand der Erschlaffung zurückkehrt. Die systolische Welle bewirkt rasch vorübergehend eine weitere Ausdehnung; die kurze Zeit ihres Ablaufes lässt aber die elastische Nachdehnung nicht zur Geltung kommen.

Eine andere bereits erwähnte, nicht elastische Nachdehnung hat aber der fortdauernde Innendruck der Blutsäule in der Arterie zur Folge: Aus den Zahlen von Suter (70) geht deutlich hervor, dass der Aortenumfang mit den Jahren grösser wird, und meine Untersuchungen beweisen ebenso, dass die Nullkapazität mit dem Alter wächst. Die Arterienwand gibt also dem beständigen konstanten und periodisch anschwellenden Drucke langsam nach. Diese Altersdehnung kann aber durch die Elastizität nicht mehr ausgeglichen werden; sie gestaltet sich durch entsprechenden Ausbau der Arterienwand zu permanenter Zunahme der Weite.

Wenn ich nachgewiesen habe, dass die elastische Kapazität der Arterien der Parabelgleichung folgt, so muss ich nachprüfen, wie sich andere Autoren dazu stellen. Es wurde schon erwähnt, dass alle, welche Kurven zum Vergleich herangezogen, nach Wertheims (91) Vorgang von Hyperbel sprechen. Ich kann mich des Eindruckes nicht erwehren, dass Wertheim selbst nicht die Hyperbel in unserm Sinne vorschwebte, sondern dass er tatsächlich unsere Parabel meinte. Die Gleichung der Hyperbel in heutiger Fassung lautet $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$. Wertheim stellt die Formel auf $y^2 = ax^2 + bx$. Diese Gleichung kann nicht in Übereinstimmung gebracht werden mit derjenigen der Hyperbel, wohl aber unschwer mit der Parabelformel. Setzen wir darin $a = O$, und für $b = 2p$, so haben wir $y^2 = 2px$, d. i. die Gleichung der Parabel. Die Wertheimsche Formel ist nichts anderes als ein allgemeinerer Ausdruck für Kurven von Parabel ähnlichem Charakter, aus welcher sich die reine Parabel ergibt, wenn die erste Konstante wegfällt.

Andere Autoren haben ohne eigene Nachrechnung die Angaben von Wertheim übernommen, so Roy (62) und Thoma und Kaefer (79). Der Erstere gibt zwar in einer spätern Arbeit an, dass er seine Zahlen habe ausrechnen lassen, und dass sich dabei als Dehnungskurve eine Hyperbel ergeben habe. Ich konnte die Formeln, nach welchen er rechnete, nicht zu Gesicht bekommen. Wenn ich aber aus seinen Massen die Kurven konstruiere, so erhalte ich lauter solche von Parabel-Charakter; u. a. stimmt die Dehnungskurve seiner Kaninchen-Aorta bei Luftfüllung fast genau mit dem Bilde meiner Kurve vom 8 $^1/_2$ jährigen Knaben. Die Parallele erstreckt sich auch auf die Deutung von Roy: Wie bei seinen Tierversuchen wächst auch bei meinen Karotiden unter 10 Jahren die elastische Kapazität bei Druck unterhalb von 100 cm Wasserhöhe, um erst oberhalb, d. h. im Bereich der normalen Blutdruckwerte, im Sinne der Parabel abzunehmen. Doch sind diese ganz jungen Arterien die einzigen, die dies Verhalten zeigen. Wahrscheinlich hat auch Roy verhältnismässig junge Tiere untersucht. Seine Berechnung der Hyperbel scheint für diese umgekehrte Kurve unter 100 cm Wasserdruck aufgestellt worden zu sein. Auch die Kurven, die Thoma und Kaefer abbilden, sind keine Hyperbeln, sondern nähern sich der Parabelform; Berechnungen dazu haben diese Autoren unterlassen.

Dass Bardeleben (3) wie Braune (9) bei ihren Venen fanden und abbildeten, wie die Dehnungskurve im Sinne einer Parabel verläuft, habe ich schon erwähnt. Ich darf darum wohl behaupten, dass mein Satz von einem parabolischen Verhältnis zwischen Dehnung und Belastung auch in der früheren Literatur eine Stütze findet.

In meiner ersten Arbeit hierüber habe ich auf eine Parallele hingewiesen, die mir nicht unwichtig erscheint. Die elastische Kapazität des Arteriensystems im Ganzen für die Höhe des Pulsdruckes ist identisch mit dem Pulsvolum des gesamten Arteriensystems. Mit jeder Systole wirft der linke Ventrikel ein bestimmtes Mass Blut in die Aorta und ihre Verzweigungen. Dieses summiert sich zur bereits vorhandenen Kapazität des diastolischen Blutdruckes, das ist der toten Kapazität des Aortensystems. Die neu hinzutretende systolische Blutmenge schafft sich durch entsprechende Ausdehnung der Arterien Platz. Dadurch wird deren Wandspannung erhöht, und zwar genau in dem Masse der systolischen Volumzunahme, und demgemäss steigt der auf dem Blute lastende Druck zur Höhe des maximalen Blutdruckes. Also ist, umgekehrt gefasst, der dem Schlagvolum des Herzens entsprechende systolische Volumzuwachs des Arteriensystems — eben dessen Pulsvolum — genau gleich der elastischen Kapazität aller Arterien für die Druckdifferenz zwischen diastolischem und systolischem Blutdruck. Damit nun der Druck wieder vom Maximum zum diastolischen Niveau sinken kann, muss bis zur nächsten Pulswelle genau die gleiche Menge Blut das Arteriensystem wieder verlassen, die vorher in der systolischen Füllung das Ansteigen des Druckes verursacht hat. Kleine Schwankungen in der Abflussmenge können in ihrer Wirkung auf die Konstanz des Minimaldruckes vielleicht durch die Arterienmuskulatur ausgeglichen werden. Ein länger dauernder Minderabfluss führt zu Stauung, Mehrabfluss zu Verminderung der diastolischen Blutmenge. In beiden Erscheinungen liegt zugleich eine Regulation für den Abfluss: Stauung steigert das arterielle Druckniveau, wodurch gleichzeitig der Zufluss erschwert und der Abfluss beschleunigt wird, und umgekehrt wirkt das Gegenteil.

Für die Ausflussmenge einer Flüssigkeit aus einem Gefäss mit relativ enger Öffnung, also auch für das Arteriensystem, gilt wie ich a. a. O. ausgeführt habe, die Formel: $Q = \frac{t\,w}{\eta} \sqrt{2\,g\,H}$, wenn t die Zeit, w die Weite der Oeffnung, η die Viskosität der Flüssigkeit bezeichnet. Bei konstantem w und η in der Zeiteinheit reduziert sich diese Formel auf $Q = \sqrt{2\,g\,H}$. Für Wasser ist die Höhe H gleich der Druckhöhe P. Messe ich H in cm, so ist P ebensoviel Gramm pro cm^2 Bodenfläche. Dies eingesetzt, heisst die Formel $Q = \sqrt{2\,g\,P}$. Das kann ich auch so schreiben: $Q^2 = 2\,g\,P$. Setze ich daneben meine Formel für die elastische Kapazität, wobei ich für den abgeleiteten Wert $\varkappa$ die Gesamtmenge derselben, k, substituieren kann: $k^2 = 2\,\zeta\,P$, so ist die Analogie beider Formeln augenfällig. Ausflussmenge und elastische Kapazität sind in gleicher Weise proportional der Quadratwurzel aus dem Flüssigkeitsdruck. Da das spezifische Gewicht des Blutes nur um etwa 5 % höher ist als dasjenige des Wassers, so gilt für Blut die gleiche Formel mit der entsprechenden Zahlenkorrektur. Ins Praktische übertragen heisst das: Die elastische Kapazität einer Arterie und damit des ganzen Arteriensystems für die Höhe des Pulsdruckes, das Pulsvolum und die Ausflussmenge in der Pulsperiode sind identische Grössen. Da nach physikalischen Gesetzen die Ausflussmenge proportional ist der ersten Wurzel aus dem Flüssigkeitsdruck, muss auch die Füllungsmenge, das ist die elastische Kapazität, die Spannung der Arterienwand und damit den Druck derselben auf das Blut im gleichen Verhältnis beeinflussen.

Daraus erklärt es sich theoretisch, warum das Verhältnis zwischen elastischer Kapazität und Füllungsdruck der Parabelgleichung entsprechen muss. Ich konnte schon a. a. O. hervorheben, dass die Abweichung der Arterien-Elastizität von den Hookeschen Elastizitätsgesetzen ein schönes Beispiel darbietet für die Anpassung eines lebenden Organsystems an die Forderungen seiner physiologischen Aufgabe.

6. Physiologie und Pathologie.

Mein Material gibt einen guten Ueberblick darüber, wie sich die elastische Kapazität physiologisch und pathologisch ändert. Das erhellt am deutlichsten aus der Aenderung der Dehnbarkeitskonstanten, deren Durchschnittszahlen ich, entsprechend dem Lebensalter, in Tabelle XL zusammenstellte. Denn ζ ist nichts anderes als ein Ausdruck für die spezifische Dehnbarkeit einer Arterie für die Einheit des Druckes und der Nullkapazität. Als physiologisch muss die stetige Abnahme von ζ bei meinen nicht krankhaft veränderten Arterien im Alter von 8 bis 48 Jahren betrachtet werden. Der

Durchschnittswert von ζ ist im ersten Jahrzent 0,02 — 0,04; zwischen 20 und 40 Jahren sinkt er von 0,02 auf 0,01 und im fünften Jahrzehnt auf 0,008 — 0,006 für die A. carotis. Bei noch höherem Alter machen sich überall schon die Anzeichen der Arteriosklerose geltend, sodass das Bild der rein physiologischen Einbusse an Elastizität verwischt wird. Die Abnahme von ζ folgt darum von da an nicht

Tabelle XL.

Durchschnittswerte[1]) für ζ von Carotis und Femoralis, berechnet aus den Zahlen der Druckhöhen über 100 cm H_2O.

Druckhöhen der Doppelwerte von $\varkappa$, für Carotis gemessen, für Femoralis berechnet.

Fall Nr.	Alter	Geschlecht Seite	Carotis communis ζ	Carotis communis Druckhöhe cm für $\varkappa = 1$	Femoralis ζ	Femoralis Druckhöhe cm für $\varkappa = 1$
1	8½	m. r.	0,02	70—80		
		l.	0,039	„		
2	9	m. r.	0,02	„	0,007	100—110
		l.	0,035	„		berechnet:
3	20	w. r.	0,02	„	0,003	ca. 250
		l.	0,0135	„		
4	26	w. r.	0,015	„		
		l.	0,016	„		
5	28	w. r.	0,015	„		
		l.	0,014	„		
19	28	w.			0,0025	250
6	35	w. l.	0,011	„		
7	40	w. r.	0,008	80—90	0,0025	250
		l.	0,01	„		
8	45	w. r.	0,006	70—80		
		l.	0,0077			
9	48	w. r.	0,006	90—100	0,0016	300
10	52	m. r.	0,0035	140—160		
11	53	m. r.	0,006	100—120		
		l.	0,0057			
12	55	m. r.	0,0062	90—100	0,0006	1100
13	56	m. r.	0,004	100—120	0,0008	650
14	70	m. r.	0,0029	160—180		
15	70	w. l.	0,0033	140—160	0,00056	900
16	71	w. r.	0,0027	180—200		
17	71	w. r.	0,003	160—180		
20	74	w.			0,00034	über 1000
18	78	w. l.	0,0033	120—140		

---

[1]) Die Durchschnittswerte sind hier aus einem grössern Zahlenmaterial berechnet als in der entsprechenden Tabelle meiner früheren Publikation, daher einige Differenzen.

mehr genau dem fortschreitenden Alter. Die tiefsten Zahlen, unter 0,003, finden wir bei einem 70 jährigen Manne und einer 71 jährigen Frau. Um 0,003 stehen die Frauen über 70 und ein Mann mit 52 Jahren. Überhaupt stehen die Männer in höherem Alter punkto Arteriendehnbarkeit im Ganzen schlechter da als die Frauen, was wohl damit zusammenhängt, dass sie leichter den Schädigungen unterliegen, die zur Arteriosklerose führen.

Nach meinen klinischen Notizen scheint es, dass Personen, deren Carotis-Dehnbarkeitskonstante kleiner ist als 0,005 gefährdet sind; wenigstens fallen unter den Todesursachen die häufigen Apoplexien auf.

In ganz analoger Weise wie die Dehnbarkeitskonstante der Karotiden fällt diejenige der Schenkelarterien, wenn auch die Zahlen nicht immer parallel gehen. Letzteres gilt vor allem für die höheren Altersstufen mit Adernverkalkung. Es ist eine pathologisch und klinisch bekannte Tatsache, dass die Arterioskerose beim gleichen Individuum in verschiedenen Gefässbezirken in verschiedenem Grade auftritt; wir wundern uns daher nicht, wenn auch die elastische Kapazität an verschiedenen Arterien derselben Person nicht genau die gleichen Alterserscheinungen aufweist.

Wichtiger scheint mir ein anderer Punkt zu sein: Die Dehnbarkeitskonstante der Femoralis ist bei allen untersuchten Personen bedeutend — 4—6 mal — kleiner als diejenige der Karotis. Ich versuchte durch Rechnung zu prüfen, ob dieser Umstand sich zurückführen liesse auf das verschiedene Verhältnis zwischen Lumen und Wanddicke der betreffenden Arterien, wie dies bei ungleich dicken Gummischläuchen der Fall ist. Das trifft für die Arterien nicht zu. Also liegt die Erklärung für den erwähnten Unterschied im verschiedenen Bau der beiden Arterientypen, wovon sich bekanntlich die Kopfschlagader durch reichliches elastisches Gewebe, die Schenkelader durch starke Muskulatur auszeichnet. Es ist unter diesen Umständen begreiflich, dass die elastische Dehnbarkeit der Karotis grösser ausfallen muss.

Einen zweiten hübschen Maßstab für die Altersverminderung der Arterienelastizität, der nicht die umständliche Ausrechnung von ζ erfordert, erhält man, indem man die Füllungsdruckhöhen vergleicht, bei welchen die elastische Kapazität k gleich gross wird wie die Nullkapazität K_0. Wenn $k = K_0$, dann ist $\varkappa = 1$; die Gesamtkapazität ist also bei einem bestimmten Druck doppelt so gross wie die tote Kapazität der Arterie. Die Kapazität erreicht ihren Doppelwert, wenn $\varkappa = 1$ wird. Ich habe in Tabelle XL die Druckhöhen beigesetzt, bei welchen dieses Verhältnis für die einzelnen Arterien eintritt. Auch diese Druckhöhen steigen mit dem Alter. Bei jungen, gesunden Personen erreicht die elastische Einheitskapazität der Karotis den Wert 1 bei einem Füllungsdruck von 70—80 cm Wasserhöhe; vielleicht dürfen wir einen Druck, der 100 cm nicht übersteigt, für die Karotis als normal bezeichnen. Wo ein grösserer Füllungsdruck nötig ist, dürfen wir Altersveränderungen oder Sklerosierung die Schuld geben. Ähnlich steht es bei den Schenkelarterien, nur dass dort ein absolut höherer Druck zur Erreichung des Doppelwertes erforderlich ist. Bei Vergleichung der Daten der Tabelle sind wir zur Annahme berechtigt, dass die Arterie Femoralis als gesund angenommen werden darf, wenn der dem Doppelwert entsprechende Druck nicht grösser ist als etwa 500 cm H_2O.

Aus allen Vergleichen geht klar hervor, wie sich mit Zunahme des Lebensalters und mit sklerotischer Erkrankung der Arterien ihre Dehnbarkeit verschlechtert. Das gleiche Pulsvolum, das bei der jugendlichen Arterie einen Druckzuwachs in der Höhe des normalen Pulsdruckes, also von durchschnittlich 40 cm H_2O = 30 cm Hg, hervorruft, muss bei einer alten und kranken Schlagader eine Steigerung des Druckes um das Doppelte und mehr zur Folge haben. Meine Zahlen setzen mich in Stand, hiefür zahlenmässige Belege zu bringen.

Ich wähle als Beispiele mein 20jähriges Mädchen Nr. 3, die 45jährige Frau Nr. 8 und den 70jährigen Mann Nr. 14. Nach Messungen am Lebenden bei zahlreichen Personen der gleichen Alterskategorie nehme ich an, dass deren Blutdruck betragen habe: bei Nr. 3 minimal 100, maximal 140, also Pulsdruck 40 cm H_2O; bei Nr. 8 minimal 120, maximal 170, Pulsdruck 50; bei Nr. 14 minimal 170, maximal 270, Pulsdruck 100. H_2O.

In der Karotis der 20jährigen ist laut Tabelle XII die elastische Einheitskapazität $\varkappa$ für den angenommenen diastolischen Druck von 100 cm H_2O = 1,6 (aufgerundet). Also enthält die Arterie bei diesem Druck im ganzen mit Zurechnung der Nullkapazität 2,6 cm^3 pro 1 cm^3 tote Weite. Ihr Pulsvolum, d. h. der Zuwachs an elastischer Kapazität für die Höhe des Pulsdruckes, wenn der Füllungsdruck steigt von 100 auf 140, ist annähernd 0,4 cm^3 pro 1 cm^3 K_0. Soviel empfängt sie demnach Blut bei ihrer Füllung und soviel befördert sie bis zur nächsten Systole weiter.

Machen wir dieselbe Rechnung abgekürzt für Nr. 8. Deren diastolische Kapazität betrüge unter den gleichen Voraussetzungen 2,4 cm^3, also etwas weniger pro cm^3 tote Weite. Sollte sie wie die 20jährige auch ein Pulsvolum von 0,4 aufnehmen, so müsste der Druck nach Tabelle XVII auf 250 steigen. Dem angenommenen Zuwachs an Pulsdruck von 120 auf 170 entspricht bei ihr nur ein Kapazitätszuwachs von 0,2. Dabei kann ihr Arteriensystem als relativ gesund bezeichnet werden; denn ausser vereinzelten Intimaflecken fehlen pathologische Veränderungen durchaus, und die Karotis speziell machte den Eindruck sehr guter Elastizität.

Wieder 25 Jahre später, beim 70jährigen Mann mit ausgeprägter Arteriosklerose reduziert sich die diastolische Kapazität für 170 cm^3 H_2O auf 2,0 cm^3 pro 1 cm^3 tote Weite. Müsste diese Arterie ein Pulsvolum von 0,4 cm^3 pro Einheit von K_0 aufnehmen, so wäre dazu ein Druck von ca. 670 H_2O, also ein Pulsdruck von 500 erforderlich. Denn die Kapazitätszunahme von 170 auf 270 cm Druckhöhe beträgt nur 0,127 cm^3 (berechnet).

Diese Beispiele zeigen mit anschaulicher Beweiskraft, dass und in welchem Masse der arterielle Innendruck steigen muss, wenn eine Arterie, deren elastische Dehnbarkeit nachgelassen hat, die gleiche Blutmenge befördern soll wie eine gesunde, elastische Schlagader.

Die Rechnung scheint einen Fehler zu haben; denn solche Druckhöhen, wie die berechneten, sind physiologisch und pathologisch unmöglich. Aber der Organismus hilft sich in anderer Weise. Was er durch Drucksteigerung nicht erreichen kann, sucht er durch Ausweitung der Arterie anatomisch zu ermöglichen. Wir sahen, dass alte Arterien länger und weiter werden als junge. Mit Zunahme der Kapazität im ganzen wächst auch im gleichen Verhältnis die elastische Kapazität, wie die Vergleichung meiner Tabellen ergibt. Bestimmte Masse über die absolute Volumzunahme der Arterien fehlen mir noch; ich bin daher in diesem Punkte auf approximative Annahmen angewiesen. Wenn ich auf Grund eines Überblickes das Verhältnis der Volumina der Karotiden von 20, 45 und 70 Jahren setze wie 3:3,5:4,5, so bin ich wohl nicht allzuweit von der Wirklickkeit entfernt (vgl. auch Suter 70). Umgekehrt müssten sich also bei Voraussetzung der angenommenen Blutdruckhöhen die elastischen Einheitskapazitäten des Pulsdruckes verhalten. Tatsächlich ist das Verhältnis aber 4 : 2 : 1,25, oder auf die Grundzahl 3 gebracht 9,6 : 4,8 : 3.

Es bleibt also für die gealterte und sklerotische Arterie trotz Steigerung des Blut- und Pulsdruckes, trotz anatomischer Zunahme der absoluten Kapazität immer noch gegenüber der Jugend ein bedeutendes Defizit an Pulsvolum, das mit den Jahren und mit dem Fortschreiten der Sklerose progressiv zunimmt. Da bleibt eben dem Alter nichts anderes übrig als zu verzichten auf das Pulsvolum der

Jugend und deren lebhafte Blutversorgung; es muss die Tätigkeit seiner Organe und des ganzen Organismus auf ein geringeres Mass der Blutzufuhr einstellen.

Denn was ich hier an dem Beispiel der Karotiden nachgewiesen habe, hat Geltung für das ganze arterielle Gefäßsystem, wenn auch die absoluten Zahlen wechseln. Meine Untersuchungen geben die mathematisch-physiologische Erklärung dafür, warum im Alter und bei Arteriosklerose der Blutdruck steigen muss: Lässt die Dehnbarkeit der Arterie nach, so muss der Druck steigen, um die Menge an elastischer Kapazität zu erhalten, die erforderlich ist, um den Blutabfluss nach den Kapillaren kontinuierlich zu gestalten, um ein genügendes Pulsvolum des gesamten Arteriensystems zu gewährleisten. Oder umgekehrt ausgedrückt: Bei gleichbleibendem Zeitvolum des Herzens und abnehmender Dehnbarkeit der Arterien steigt der Druck, der nötig ist, um dieser vom Herzen kommenden Blutmenge Aufnahme im Arteriensystem zu ermöglichen. Es erhöht sich das Druckniveau als solches, d. h. der diastolische Blutdruck, wodurch der Arterie eine grössere Ausgangskapazität gegeben wird. Es steigt vor allen Dingen der systolische Blutdruck, damit der Pulsdruck erhöht werde, der massgebend ist für die elastische Kapazität der Druckdifferenz von minimal zu maximal, d. i. für das Pulsvolum.

7. Therapeutische Ausblicke.

Ich hatte die hier beschriebenen Versuche unternommen, um mir Klarheit zu verschaffen über den kausalen Zusammenhang zwischen Blutdruckänderungen und Arteriosklerose, und in der Hoffnung auf diesem Wege zu therapeutischen Richtlinien zu gelangen. Ich möchte daher über diese Seite der Frage noch einige Worte beifügen. Ich hatte schon in früheren Arbeiten (11, 13) Gelegenheit, mich hierüber kurz zu äussern; heute kann ich das dort Gesagte ergänzen.

Bezüglich der Pathologie der Arteriosklerose verweise ich auf die pathologisch-anatomischen und klinischen Zusammenfassungen und Lehrbücher. Im besonderen nenne ich Moritz und v. Tabora in Krehl und Marchands Handbuch (49) und Thorels Referat (80) in den Ergebnissen der Allgemeinen Pathologie; die neueren klinischen Handbücher: Eichhorst VI. Aufl. 1904 (17), Romberg (59), Bäumler (2) in Penzoldt & Stintzing, II. Aufl. 1898; Kuelbs (38) in Mohr & Stähelin 1914; ferner auch die Artikel über Arterien von Marchand und über Arteriosklerose von Fränkel in Eulenburgs Realenzyklopädie I, IV. Aufl. 1907; die Monographie von Jores (32) und Wiesel und Strasser (92) und die Spezialarbeiten von Thoma (73, 76, 78) auf diesem Gebiete.

Es erübrigt sich, an dieser Stelle auf die verschiedenen Anschauungen über die Ursachen und das Wesen der Arteriosklerose einzugehen. Sichergestellt ist, dass diese Krankheit zu degenerativen Prozessen in der Arterienwand führt, die eine beträchtliche Verminderung an Dehnbarkeit und Elastizität bedingen. Ich habe, in Übereinstimmung mit anderen Autoren, nachweisen können, dass und in welchem Grade die Abnahme der Dehnbarkeit der Arterien ein physiologischer Vorgang ist. Die schönen Untersuchungen von Grünstein (24) und von Jores (32) zeigen, wie die normalanatomische Entwicklung dieser physikalischen Änderung parallel geht. Die Arteriosklerose beschleunigt und verstärkt die natürlichen Alterserscheinungen, indem sie speziell die unersetzlichen elastischen Elemente schädigt. Dass ihr Fortschreiten ein ungemein langsames ist, ist bekannt.

Man versteht daraus, dass klinisch der Beginn einer Ateriosklerose kaum festzustellen ist, da ihr Bild zu Anfang im wesentlichen nur eine Steigerung der physiologischen Altersvorgänge ist; lässt sich doch auch anatomisch schon schwer entscheiden, welche Veränderungen der Arterienwand, speziell der Elastika, als normal oder als eben beginnende Krankheit gelten sollen.

Gleich wie bei anderen klinischen Symptomen der Arteriosklerose können auch für ihre Veränderungen des Blutdruckes keine Regeln aufgestellt werden, wo die Grenzen zwischen normal und pathologisch zu setzen sind. Es geht aus meinen Untersuchungen hervor, dass zur Erzielung gleicher Leistungen der Blutzirkulation der Blutdruck mit Abnahme der Arteriendehnbarkeit, also mit zunehmendem Alter, steigen muss. Das ist eine auch am lebenden Gesunden nachgewiesene Tatsache. Ich verweise hiefür im besondern auf die Arbeiten von Masing (45) und von Oppenheimer und Bauchwitz (52), welche ich aus vielen Erfahrungen bestätigen kann (vergl. 14).

Dass die arterielle Hypertension bei Arteriosklerose ein zwar nicht unbedingt konstantes, aber doch sehr verbreitetes Symptom ist, darin stimmen alle Autoren überein.

Anderseits weiss man, dass weder das Alter noch die Arteriosklerose stets zur Erhöhung des Blutdruckes führen müssen. Das Alter macht individuell sehr verschieden rasche Fortschritte, und dasselbe gilt für die Arteriosklerose, die obendrein Arteriengebiete von sehr verschiedener Ausdehnung und Wertigkeit befallen kann. Da die Gefäßspannung ausser von der Dehnbarkeit der Arterien auch noch abhängig ist von deren Füllungszustand und damit vom Verhältnis zwischen Zeitvolum des Herzens und kapillarem Abfluss, so ergeben sich eine ganze Reihe von Modifikationen für die Grösse des Blutdrucks. Auf jeden Fall aber gehört dessen Steigerung zu den wichtigsten Begleiterscheinungen der Arteriosklerose. Sie bietet bei weitgehend sklerosiertem Gefäßsystem oft die einzige Möglichkeit für den Kreislauf, seine Pflicht gegen den Organismus zu erfüllen.

Ist es dann statthaft, auf therapeutischem Wege die Hypertension zu bekämpfen? Diese Frage habe ich, wie viele andere Arbeiter auf diesem Gebiet, mir oft vorgelegt, und gerade meine gegenwärtigen Untersuchungen scheinen sie in negativem Sinne zu beantworten. Und doch muss ich sie bejahen!

Wohl ist die krankhafte Erhöhung des Blutdruckes nur ein Symptom der Arteriosklerose, aber, und auch darin gehe ich mit andern Autoren einig, sie ist mit ein Moment zur weiteren Schädigung der erkrankten Arterien und des Herzens (vergl. Thoma 76). Ihre Reduzierung erscheint daher schon aus diesem Grunde, ganz abgesehen von allen subjektiven Belästigungen, oft höchst wünschenswert und notwendig. Ich habe in meiner Praxis zu häufig die wohltätige Wirkung der therapeutischen Blutdruckerniedrigung bei Arteriosklerotikern gesehen, als dass ich je darauf verzichten möchte. Nicht allein, dass mit sinkendem Blutdruck der Puls und die Herztätigkeit sich nachweisbar bessern; auch die objektive und subjektive Besserung zahlreicher Organsymptome und der ganzen Leistungsfähigkeit des Körpers beweisen eine bessere Durchblutung des Organismus.

Den Widerspruch, der in diesen empirischen Tatsachen gegenüber den theoretischen Resultaten meiner heutigen Untersuchungen liegt, kann ich mir nur auf folgende Art erklären (vergl. 13, 14): Physiologisch wird der Blutdruck reguliert durch den Tonus der kleinen Übergangsarterien (s. pag. 549). Bei der Arteriosklerose muss aus physikalischen Gründen, wie ich gezeigt habe, zur Erzielung eines höheren Blutdruckes dieser Tonus erhöht werden, d. h. die Übergangsarterien werden enger. Diese Verengerung übersteigt aber häufig, vielleicht unter dem Reiz der gleichen Noxe, welche die Erkrankung als solche verschuldet hat, das erforderliche Mass, und der Blutdruck steigt höher, als er entsprechend der Abnahme der Arterienelastizität steigen müsste. Dieses Plus ist nutzlos und schädlich. Seine Beseitigung ist daher nicht nur erlaubt, sondern direkt geboten. Eine Therapie, die dies erreicht, ist nicht lediglich symptomatisch; sie arbeitet durch Beseitigung einer zwecklosen und übertriebenen Hypertension der weiteren Überanstrengung und Schädigung des Gefässsystems entgegen und wirkt so unmittelbar in kausalem Sinne.

Es ist hier nicht der Ort, in eine detaillierte Besprechung der Heilmittel und Heilverfahren gegen die Adernverkalkung einzutreten. Ich verweise hiefür auf die schon genannten Handbücher, auf die Abhandlungen der physikalischen Therapie, in deren Bereich die Krankheit vor allem gehört — ich erwähne davon: Littens Gefässerkrankungen im Handbuch von Goldschneider & Jakob (39) und Strauss Diätetik (68) — und auf meine früheren Publikationen über diesen Gegenstand. Nicht unberücksichtigt soll auch Eichhorsts kleine populäre Schrift „Hygiene des Herzen und der Blutgefässe" bleiben, die allgemein gültige Ratschläge zur Verhütung der Krankheit gibt (18).

Die Forderung, die ich auf Grund meiner Darlegungen an eine ideale Therapie der Arteriosklerose stelle, ist, neben einer rationellen früh einsetzenden und jahrzehntelang durchgeführten Prophylaxis: Es sollen die statischen Bedingungen des Blutkreislaufes, welche durch krankhafte Einbusse der Dehnbarkeit der Arterienwand gestört sind, in eine möglichst günstige Gleichgewichtslage zurückgeführt und in dieser erhalten werden.

Literatur-Nachweis.

Grössere Literaturverzeichnisse finden sich u. a. in den Nummern:
2, 20, 21, 33, 35, 38, 42, 49, 80, 82.

1. Albert. Einige kymographische Messungenam Menschen. Jahrb. d. Ges. d. Ärzte in Wien 1883.
2. Bäumler, Ch. Behandlung der Blutgefässkrankheiten. In Penzoldt & Stintzings Handbuch, Bd. III 1898.
3. Bardeleben, K. Über Venenelastizität. Jen. Zschr. XII 1878.
4. V. Basch. Die Messung des Blutdrucks am Menschen. Zschr. f. klin. Med. II. 1880.
5. — Fünfzehn Jahre Blutdruckmessung. Wien. Med. Woch. 1896.
6. Blumberg. Einfluss der Schwere auf Kreislauf und Athmung. Med. Diss. Königsberg 1884.
7. Bossart, L. Über den Einfluss der Hochfrequenzströme auf den arteriellen Blutdruck. Med. Diss. Zürich 1910.
8. Braune, W. Beiträge zur Kenntnis der Venenelastizität. In Beitr. z. Anat. und Phys. Festschr. für Ludwig. 1870.
9. Brugsch. Herzdiagnostik. In Eulenburgs Realenzykl. IV. Aufl. Bd. VI 1909.
10. Budau. Lehrbuch der Hydraulik. Wien und Leipz. 1913.
11. Bühler. Die Behandlung der Arteriosklerose mit hochfrequentem Strom. Corr. Bl. f. schweiz. Ärzte 1912.
12. — Das Sprudelbad von Weber. ibidem 1912.
13. — Erfolge der Hochfrequenzströme bei Arteriosklerose. Med. Klin. 1914.

14. Bühler. Versuche über die elastische Kapazität der Arterien. Corr. Bl. f. schweiz. Ärzte 1916.
15. — Beobachtungen der Blutbewegung im Auge. Pflügers Arch. 165 1916.
16. Donders. Kritische und experimentelle Beiträge zur Hämodynamik. Arch. f. (Anat. und) Phys. 1856.
17. Eichhorst. Handbuch der spez. Pathologie und Therapie. VI. Aufl. Bd. I 1904.
18. — Hygiene des Herzens und der Blutgefässe. III. Aufl. Stuttgart 1916.
19. Föppl. Technische Mechanik. 3. Aufl. Bd. III—V, Lpz. 1909—12.
20. Fraenkel, A. Arteriosklerose. In Eulenburgs Realenzykl. IV. Aufl. Bd. I 1907.
21. Frank O. Blut und Blutbewegung. In Tigerstedts Handb. d. phys. Methodik. Bd. II 1913.
22. Fuchs R. F. Zur Physiologie und Wachstumsmechanik des Blutgefäßsystems. Arch. f. (Anat. und) Phys. 1900.
23. Fürst und Soetbeer. Experimentelle Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Füllung und Druck in der Aorta. D. Arch. f. klin. Med. XC. 1907.
24. Grünstein. Über den Bau der grösseren menschlichen Arterien in verschiedenen Altersstufen. Arch. f. mik. Anat. XLVII 1896.
25. Grunmach. Ueber die Beziehung der Dehnungskurve elastischer Röhren zur Pulsgeschwindigkeit. Arch. f. (Anat. und) Phys. 1888.
26. Hales. Haemastatique, ou la statique des animaux. Trad. p. Sauvage. Genève 1744.
27. Harvey. Exercitationes anat. de cordis et sanguinis motu. Rotterdam 1648.
28. Hasebrock. Physik-exper. Einwände gegen die sogen. arterielle Hypertension. Pflügers Arch. CXLII 1912.
29. Hess, W. R. Die Arterienmuskulatur als peripheres Herz? Pflügers Arch. 163, 1915.
30. Hiller. Über die Elastizität der Aorta. Med. Diss. Halle 1884.
31. Hürthle. Beitrag zur Hämodynamik. Pflügers Ant. XLIII 1888.
32. — Vergleichung des mittleren Blutdrucks in Carotis und Cruralis. Pflügers Arch. 110, 1905
33. Jores. Wesen und Entwicklung der Arteriosklerose. 1903.
34. Kaefer, N. Zur Methodik der Elastizitätsmessungen der Gefässwand. Med. Diss. Dorpat. 1891.
35. Kompe. Neuere Arbeiten über Physiologie und Pathologie der Blutgefässe. Sammelref. in Schmidts Jahrb. 265—316, 1900—12.
36. V. Kries. Über den Druck in den Blutkapillaren der menschlichen Haut. Ber. d. sächs. Akad. math.-phys. Kl. 1875.
37. — Über die Bestimmung des Mitteldruckes durch das Quecksilbermanometer. Arch. f. (Anat. und) Phys. 1878.
38. Külbs. Erkrankungen der Zirkulationsorgane. In Mohr & Stähelins Handbuch d. inn. Med. Bd. II, 1914.
39. Litten. Gefässerkrankungen. In Goldscheider & Jakobs Handb. d. phys. Therapie 1902.
40. Luck. Über die Elastizitätsverhältnisse gesunder und kranker Arterien. Med. Diss. Dorpat. 1889.
41. Ludwig. Lehrbuch der Physiologie. Bd. 2, Lpz. 1856.
42. Marchand. Arterien. In Eulenburgs Realenz. IV. Aufl. I. 1907.
43. Marey. Mesure manométrique de la pression du sang dans les artères chez l'homme. Trav. d. Labor. de Marey 1876.
44. — Recherches sur la tension artérielle. Nouvelles recherches sur la Mesure manométrique etc. Ibidem 1878.

45. **Masing.** Über das Verhalten des Blutdrucks der jungen und der bejahrten Menschen bei Muskelarbeit. D. Arch. f. klin. Med. LXXIV 1902.
46. **Mc Williams.** On the properties of the arterial and venous wall. Proc Roy Soc. Lond. 1902.
47. **Moens.** Die Pulskurve. Leyden 1878.
48. **Mogk.** De vi fluminis sanguinis in venarum cavarum systema. Diss. Marburg 1843. Deutsch in: Zeitschr. f. rat. Med. Bd. III (Henle & Pfeuffer) 1844.
49. **Moritz und v. Tabora.** Die allgemeine Pathologie des Herzens und der Gefässe. In Krehl & Marchands Handb. d. allg. Path. 1913.
50. **Mousson.** Die Physik auf Grundlage der Erfahrung. Zürich 1871.
51. **Müller, F.** Ein Beitrag zur Kenntnis der Gefässmuskulatur. Arch. f. (Anat. und) Phys. Suppl. 1906.
52. **Oppenheimer und Bauchwitz.** Über den Blutdruck bei gesunden Kindern. Arch. f. Kinderheilk. XLII 1905.
53. **Poiseuille.** Recherches sur la force du coeur aortique. Magendies Journ. d. phys. exp. VIII 1828.
54. — Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très-petites diamètres. C. R. de l'acad. Paris, Vol. 15 et 16, 1842.
55. **v. Recklinghausen, H.** Über Blutdruckmessung beim Menschen. Arch. f. exp. Path. XLVI 1901.
56. — Unblutige Blutdruckmessung. Ibidem LV 1906.
57. — Was wir durch die Pulsdruckkurve und durch die Pulsdruckamplitude über den grossen Kreislauf erfahren. Ibidem LVI 1906.
58. **Riva-Rocci.** Un nuovo sfigmomanometro. Gaz. med. Torino 1896.
59. **Romberg.** Lehrbuch der Krankheiten des Herzens und der Gefässe. Stuttg. 1906.
60. **Roux.** Über die Verzweigung der Blutgefässe des Menschen. Jen. Zschr. XII 1878.
61. — Über die Bedeutung der Ablenkung des Arterienstammes bei der Astabgabe. Ibidem XIII 1879.
62. **Roy.** The elastic properties of the arterial wall. Journ. of. physiol. Vol. III 1880.
63. — Note on the elasticitty-curve of animal tissues. Ibidem Vol. IX 1886.
64. — und **J. Brown.** The blood pressure and its variations in the arterioles, capillares and smaller veins. Journ. of physiol. Vol. II 1880.
65. **Sahli.** Lehrbuch der klinischen Untersuchungsmethoden. VI. Aufl. 1, Leipz. u. Wien 1913.
66. **Spengler.** Über die Stärke des arteriellen Blutstroms. Arch. f. Anat. und Phys. 1844.
67. **Strassburger.** Über den Einfluss der Aortenelastizität auf das Verhältnis zwischen Pulsdruck und Schlagvolum des Herzens. D. Arch. f. klin. Med. XCI 1907.
68. **Strauss.** Die diätetische Behandlung der Arteriosklerose. Jahresk. f. ärztl. Fortbildg. 1911.
69. **Stursberg, H.** Über das Verhalten des systolischen und diastolischen Blutdruckes nach körperlicher Arbeit mit besonderer Berücksichtigung seiner Bedeutung für die Funktionsprüfung des Herzens. D. Arch. f. klin. Med. XC 1907.
70. **Suter, F.** Über das Verhalten des Aortenumfanges unter physiologischen und pathologischen Bedingungen. Arch. f. exp. Pathol. XXXIX 1897.
71. **Tallquist.** Lehrbuch der technischen Mechanik. Helsingfors und Zürich 1904.

72. Thoma, R. Über die Abhängigkeit der Bindegewebsneubildung in der Arterienintima von den mechanischen Bedingungen des Blutumlaufes. Virchows Arch. XCIII 1883.
73. — Die diffuse Arteriosklerose. Ibidem CIV 1886.
74. — Untersuchungen über die Histogenese und Histomechanik des Gefässsystems. Stuttg. 1893.
75. — Über das elastische Gewebe der Arterienwand und die Angiomalacie. Verh. d. Kongr. f. Inn. Med. München 1895.
76. — Über die Erkrankung der Gefässwände als Ursache und als Folge von Zirkulationsstörungen. Verh. d. Natf. und Ärzte. Düsseldorf 1898.
77. — Die Viskosität des Blutes und seine Strömung im Arteriensystem. D. Arch. f. klin. Med. XCIX 1910.
78. — Die Histomechanik des Gefäßsystems und die Pathogenese der Angiosklerose. Virch. Arch. CCIV 1911.
79. — und Kaefer. Über die Elastizität gesunder und kranker Arterien. Virch. Arch. CXVI 1889.
80. Thorel. Pathologie der Kreislauforgane. Sammelref. in Erg. d. allg. Pathol. IX Abt. 1 1903.
81. Tigerstedt. Lehrbuch der Physologie des Menschen. 1902, 1909, 1913. S. auch Erg. der Physiologie.
82. Triepel. Physikalische Anatomie. Wiesbaden 1902.
83. Vierordt. Die Lehre vom Arterienpuls im gesunden und kranken Zustande. 1855.
84. Volkmann, A. W. Hämodynamik. Leipz. 1850.
85. — Erörterungen zur Hämodynamik mit Beziehung auf die neuesten Untersuchungen Donders. Arch. f. Anat. und Phys. 1856.
86. — Über die Elastizität der organischen Gewebe. Arch. f. Anat. und Phys. 1859.
87. Weber, E. H. Über die Anwendung der Wellenlehre auf die Lehre vom Kreislauf des Blutes und insbesondere auf die Pulslehre. Müllers Arch. f. Anat. und Phys. 1851.
88. Weber, W. Über die Elastizität fester Körper. Poggendorfs Annalen LIV 1841.
89. Weiss. Beobachtungen nnd mihrophotographische Darstellung der Hautkapillaren. D. Arch. f. klin. Med. CXIX 1916.
90. — Das Verhalten der Hautkapillaren bei akuter Nephritis. Münch. med. Woch. 1916.
91. Wertheim. Mémoire sur l'élasticité et la cohésion des principaux tissus du corps humain. Annales d. chimie et d. physique S. III, Vol 21, 1848.
92. Wiesel und Strasser. Der heutige Stand der Lehre von der Arteriosklerose. Wien und Lpz. 1909.
93. Wundt. Über die Elastizität feuchter organischer Gewebe. Arch. f. Anat. und Physiol. 1857.
94. Young. Hydraulic investgations subservient to an intended croonian lecture on the motion of the blood. Philos. Trans. 1808.
95. Zwaardemaker. Over de Rekbarkeit der Slagadern en bloodsdruk. Handel v. h. I Nederl. Nat. en Geneesk, 1887.

Mitteilungen aus dem botanischen Museum der Universität Zürich.
LXXXII.

Die Pflanzenreste aus den Pfahlbauten am Alpenquai in Zürich und von Wollishofen

sowie einer interglazialen Torfprobe von Niederweningen (Zürich).

Von

E. Neuweiler.

Nomenklatur nach: Schinz u. Keller, Flora der Schweiz, 3. Aufl., II. Teil (1914).

(Als Manuskript eingegangen am 20. April 1918.)

1. Pflanzenreste aus dem Pfahlbau am Alpenquai in Zürich.

Bei den Ausbaggerungen im Zürichsee vor der neuen Tonhalle in Zürich im Jahre 1915/16 wurden Pfahlbauten aufgedeckt, deren reichhaltige Reste unter der Leitung des schweizerischen Landesmuseums ausgebeutet wurden. Die Sämereien, Hölzer und andere pflanzlichen Reste wurden dem botanischen Museum der Universität Zürich übergeben, wo sie nach meinen Untersuchungen geordnet und aufbewahrt sind. Die Ausführung der Arbeit erfolgte in diesem Institute, wo mir die nötigen Hilfsmittel bereit standen. Für dieses Entgegenkommen bin ich Herrn Professor Dr. Hans Schinz zu Dank verpflichtet. Für die Vergleichung der Sämereien leistete mir auch die Samensammlung der eidgenössischen Samenkontrollstation in Örlikon gute Dienste; ebenso war mir bei meinen Besuchen der Assistent, Herr Dr. Grisch behilflich, was ich auch hier verdanke. Die Bestimmung der Moose hat in verdankenswerter Weise Herr Charles Meylan in La Chaux bei Ste. Croix übernommen.

Das Alter der Pfahlsiedelung fällt in die Bronze- und den Anfang der ältern Eisenzeit oder Hallstadtperiode. Einige Funde weisen darauf hin, dass die Niederlassung schon in der jüngeren Steinzeit bestand. Die Pflanzenfunde lassen annehmen, dass der Pfahlbau einer jungen Periode angehört. Dafür sprechen z. B. das Vorkommen des Spelzes, der Saubohne, der Fichte.

Die pflanzlichen Reste sind sehr reichhaltig; in ihrem Erhaltungszustande treten grosse Unterschiede auf, zumal die Konservierungsmöglichkeit für Holzreste und Sämereien eine ungleiche ist.

Die Holzstücke bestehen namentlich aus Pfahl- und Brettstücken, sowie bearbeiteten Gegenständen, wie Tellern, Schalen, Löffeln, Schachteln, Schaufeln, Beilschäften usw. Die Hölzer sind in feuchtem Zustande recht weich und dann verhältnismässig leicht zu bestimmen. Es sollte darauf geachtet werden, dass solche bald nach der Gewinnung untersucht werden können; denn in feuchtem Zustande ist das Querschnittsbild unverändert und die Anordnung der Gefässe oder Poren gut zu erkennen. Beim Austrocknen tritt Schrumpfen ein, wodurch die Anordnung der Poren verwischt, die Bestimmung unsicher, manchmal unmöglich gemacht wird. An angekohlten Stücken, die jedoch seltener auftreten, besteht dieser Nachteil nicht. Die feuchten Kernhölzer lassen häufig noch den Färbungsunterschied zwischen dem innern Kernholze und dem äussern Splinte erkennen, was in ausgetrocknetem Zustande meistens nicht mehr der Fall ist. — Die Laubhölzer wurden in der Regel an Hand eines Querschnittes mittelst Lupe oder Mikroskop erkannt; bei Nadelhölzern wurde dazu immer noch ein radialer Längsschnitt zur sichern Bestimmung der Art geprüft.

Die Sämereien mussten mühsam aus einigen hundert Proben erlesen werden. Torfbildung lag an der Fundstelle nicht vor; die Sämereien waren häufig in den Seeboden und Schlamm eingelagert. Die einen Proben bestanden fast ausschliesslich aus fester Erde und wiesen fast gar keine Sämereien auf; andere liessen über Seekreide Gehäcksel mit Sämereien erkennen. In der Seekreide traten von Konchylien *Bythinia tentaculata* L., *Valvata piscinalis* Müll. auf. Als weitere tierische Reste sind Mäusekot, Schafmist, Fliegentönnchen (Puppenhüllen), Chitinhüllen von Eiern und eine Käferflügeldecke zu verzeichnen. Statoblasten von *Cristatella mucedo* stammen aus Topfrest 31. Die Anwesenheit des Nussbohrers *(Balaninus nucum)* und des Erbsenstechers *(Bruchus pisi)* ist durch Löcher an Haselnußschalen, resp. Saubohnen dokumentiert.

Von Sämereien treten auch Nester mit grösseren Mengen von Früchten und Samen auf, unter denen namentlich Getreidearten mit den begleitenden Unkräutern vorkommen. Gross war auch die Zahl der Topfreste aus Töpfen, die als Vorräte Sämereien bargen und daneben noch mit Kohlenstückchen und andern Verbrennungsresten gefüllt waren.

Die Körner sind meistens verkohlt und dann gut erhalten. Auch „Brotreste“ und Stücke zusammengebrannter Getreidekörner, namentlich Hirsekörner, sind reichlich vorhanden. Es weist dies darauf hin, dass der Pfahlbau, wie so viele andere, durch Feuer zerstört worden ist.

Unverkohlt treten besonders Sumpfpflanzen auf; auch einige

Kulturpflanzen wie Hirsekörner sind so erhalten geblieben. Aus mistähnlicher Masse wurden die reichlichen Früchte der Hundspetersilie herausgelesen. Diese Doldenpflanze ist sicher zur Zeit der Pfahlbaute gewachsen; denn die hellbraunen Früchtchen durchsetzen in grosser Menge das mistartige Material. Der See reichte früher weiter hinab, so dass die Fundstelle weiter vom Ufer entfernt war und eine Beimischung von jüngeren Samen nicht wahrscheinlich ist. Der unverkohlte Zustand darf nicht als Kriterium für ein jüngeres Alter angeführt werden; es ist nicht anzunehmen, dass die unverkohlten Früchte später hineingelangt seien. Dies trifft auch für die Sumpfpflanzen zu, bei denen das Innere des Samens herausgewittert ist. Bei der Untersuchung der Pflanzenreste aus den Pfahlbauten im Gebiete des ehemaligen Wauwilersees[1]) im Kanton Luzern, wurde dieser Frage besondere Beachtung geschenkt, indem die Horizonte, aus denen die Pflanzenreste stammten, genau fixiert wurden. Da hat sich der Schluss ergeben, dass die bis anhin aus Pfahlbauten bestimmten Sumpf- und Moorpflanzen zur Zeit der Besiedelung existiert haben. In den untersten, mittleren und obersten Lagen, die durch Kulturschichten getrennt sind, findet sich dieselbe Sumpf- und Moorflora.

In den meisten Topfresten (in 53 von 87) tritt am Grunde ein Grasrest auf, in einigen Fällen von faserigem Aussehen, vermengt mit Sumpfpflanzen; in der weitaus grössten Menge aber sind Kulturpflanzen (Getreide und Hülsenfrüchtler) und gesammelte Nutzpflanzen (Beeren- und Steinobstarten), wie auch Unkräuter darin. Es ist als sicher anzunehmen, dass in den Töpfen vielfach Getreide, Hülsenfrüchtler und andere Nutzpflanzen aufbewahrt wurden. Doch ist bei der Verschiedenheit der Reste in einem Topfe auch nicht zu verkennen, dass die Früchte nicht immer so aufgespeichert wurden, sondern dass sie vielfach beim Einstürzen der Pfahlbauten in die Töpfe hinein gelangt waren. Diese Annahme wird auch gestützt durch den Umstand, dass die Sämereien der Getreide- und Gemüsearten in den Töpfen verkohlt sind. Mit den Kulturpflanzen zusammen finden sich hier auch die begleitenden Unkräuter, wie Knöterich, Schneckenklee, Wicken, Hahnenfuss, Hohlzahn, Ackersenf, Labkräuter und andere; Holzkohlenreste gelangten nachträglich hinein. Die mikroskopische Prüfung ergab ferner noch Epidermis von Gramineen und Cyperaceen, zum Teil mit Pusteln.

In den wenigsten Fällen dürften die Topfreste direkt als Nahrung

---

[1]) Neuweiler, E. Pflanzenreste aus den Pfahlbauten des ehemaligen Wauwilersees (Kanton Luzern) in: Die neolithischen Pfahlbauten im ehemaligen Wauwilersee und dessen Umgebnng. XI. Mitt. Naturf. Ges. Luzern. VIII. Heft 1919.

Verwendung gefunden haben. Sichere Hinweise darauf ergeben sich nicht. In Wauwil sind Reste aus Töpfen bekannt geworden, deren Inhalt seiner Zusammensetzung nach viel eher als Speisereste aufgefasst werden kann.

Die Annahme, dass Töpfe namentlich zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln dienten, wird durch zahlreiche Topfscherben gestützt, welche auf der Innenseite verkohlte Krusten von zum Teil zarten Pflanzenresten aufweisen. In diesen findet man fast immer Getreide; *Triticum* und *Hordeum*, und besonders Hirse, wobei die Rispenhirse viel häufiger als die Kolbenhirse vertreten ist; auch Saubohne konnte darin erkannt werden. An einigen Stücken war die Kruste recht schwer und mit einzelnen glänzenden Körnern der Rispenhirse gespickt. Auf der Aussenseite sind die Scherben unverändert, ohne Einwirkung von Feuer, geblieben. Bei der Zerstörung der Pfahlbauten trat im Innern der Vorratsgeräte Verkohlung des Inhaltes durch die grosse Brandhitze ein, worauf die Töpfe in die Tiefe stürzten.

An der grössern Zahl der Topfscherben waren keine erkennbaren Sämereien zu beobachten; zerkleinerte Vorräte wie Mehl, Brotreste und andere konnten darin aufbewahrt worden sein.

Auch Körbe haben zur Aufbewahrung gedient; denn es sind Korbgeflechte mit Getreide erhalten.

Zu solchen Resten aus Töpfen ist unzweifelhaft auch ein Teil von Heers[1]) Pfahlbaubrot zu stellen. Sein Pumpernickel besteht aus solchen zusammengebrannten Getreidekörnern; die hohle, glatte Seite der „Ankeweckli“ entspricht der Wölbung von Topfscherben und rührt nicht von einem hochgewölbten Backstein her. Auch Maurizio[2]) hält es nicht für angemessen, Getreideklumpen darum als Fladenteile anzusprechen, weil sie eine flache Seite, angeblich eine Backfläche, aufweisen.

Neben solchen Topfresten treten jedoch auch Pfahlbaubrote auf. Dabei ist aber nicht an unser heutiges Brot zu denken, welches nach Maurizio[3]) als allgemeine Nahrung der Reichen und Reichsten kaum 2000 Jahre alt ist; hierin steht es weit hinter den Fladen und dem Brei. Bei den Römern war nach ihm das Bewusstsein, dass Brot etwas neues sei, recht stark ausgeprägt: Kein Brot, nur Schrot durfte geopfert werden. Das verkohlte Gebäck der Pfahlbauer war, wie schon Heer beschreibt, ein Fladen oder Kuchen, das ist ein flach geformter, gebackener oder gerösteter Brei aus groben Schroten und Griesen. Die guten Breilieferer wie Hirse, Buchweizen, Mais, Reis, Haber, Gerste taugen schlecht zu Brot; sie geben ein schweres Gebäck. Das sehen wir ja nur zu gut an unserem maishaltigen Kriegsbrot.

---

[1]) Heer O. Die Pflanzen der Pfahlbauten. Neujahrsbl. Naturf. Ges. Zürich auf das Jahr 1866 p. 9.

[2]) Maurizio A.: Die Getreidenahrung im Wandel der Zeiten. Zürich 1916 p. 91.

[3]) Maurizio A.: l. c. p. 17, 43, 137.

Die aufgefundenen Pflanzen folgen in systematischer Reihenfolge. Die bestimmten Holzproben — es sind über 450 — sind am Schlusse in einer Tabelle zusammengestellt, wobei auch die Stücke mit Spuren der Bearbeitung als Artefakte bezeichnet sind. Ein Anhang gibt die aus den einzelnen Topfresten bestimmten Arten an.

1. Pilze.

1. *Polyporus fomentarius* L., der heute namentlich an Buchen und anderen Laubhölzern auftritt, tritt in einem 10 cm hohen Randbruchstück auf.

2. Moose.

2. *Anomodon viticulosus* H. et T.

3. *Leucodon sciuroides* Schwgr.

4. *Thuidium Philiberti Limpr. var? pseudotamarisci* Kyan.

Die drei Moose sind xerophil und stammen aus dem Walde, wo sie am Grunde von Baumstämmen wachsen und wo sie vom Pfahlbauer gesammelt wurden.

3. Nadelhölzer.

5. *Picea excelsa* (Lam.) Link — Davon liegen 4 Holzproben vor: ein dünnes Holzstückchen mit einem schiefen Loch, ein rundes zugespitztes Holz, ein Holzteller mit Speiserest und ein angekohltes Stück. Die Art ist an den reichlichen Harzkanälen und an den behöften Tüpfeln der äussern Markstrahlzellen erkannt worden.

6. *Abies alba* Miller — Verschiedene Pfahlstücke, zum Teil angekohlte Stücke, Artefakte wie Schachtelboden und -Deckel, flacher Pfeil, Abziehholz für Messer, durchlöchertes Brett, im ganzen 24 Reste, liegen von der Weisstanne vor. Fehlen oder nur spärliches Vorkommen der Harzkanäle und nur einerlei Markstrahlzellen sind für dieses Nadelholz charakteristisch.

Befremden muss das völlige Fehlen der Eibe, welche am Ütliberg heimisch ist und deren Holz vom Pfahlbauer geschätzt war. Dass die Weisstanne unter den Koniferen am meisten Reste hinterlassen hat, stimmt mit anderen Fundorten überein. Interessant ist das Auftreten der Fichte, des im prähistorischen Walde seltenen Voralpenbaums, dessen Holz zu einigen Artefakten Verwendung fand. Wenn auch das Vorkommen am Alpenquai nicht zum vornherein zu erwarten war, so haben die wenigen Reste auch nichts Befremdendes; es kann daraus doch nicht auf eine grössere Ausbreitung und Bedeutung der Fichte geschlossen werden, und es reicht der Pfahlbau am Alpenquai bis in die Eisenzeit hinein. Die Ansicht, dass die Fichte spätestens zur Römerzeit, wohl schon etwas früher, unter dem Einfluss des Menschen herabgestiegen sei, wird dadurch verstärkt. Vergleiche darüber die Untersuchungen über die Verbreitung prähistorischer Hölzer in der Schweiz. Diese Zeitschrift, Jahrgang 55, p. 166 ff., besonders 170.

4. Bedecktsamer.

7. *Potamogeton perfoliatus* L. Vom durchwachsenen Laichkraut liegen wenige, etwa 2 1/2 mm lange, zusammengedrückte und am Rücken stumpfe Früchtchen vor. Häufiger sind die bräunlichen 4—5 mm langen, etwas spindelförmigen Früchte von

8. *Najas marina* L.

9. *Panicum miliaceum* L.

10. *Setaria italica* (L.) R. & S.

Für die Bestimmung der Hirse (*Panicum miliaceum* und *Setaria italica*) ist von F. Netolitzky[1]) die Tatsache herangezogen worden, dass die Spelzen der Gramineenfrüchte verkieselte Epidermiszellen besitzen, die nach Veraschung direkt mikroskopiert werden können. Die Skelette der beiden Kulturhirsen Mitteleuropas unterscheiden sich voneinander, so dass eine sichere Bestimmung darnach möglich ist. Wo ganze Früchte vorliegen, ist jedoch eine einwandfreie Bestimmung mit der Lupe nach der Oberflächenstruktur nach den schon von Heer[2]) angegebenen und auch schon früher von mir benutzten Merkmalen möglich, wonach die Rispenhirse eine glänzend glatte Oberfläche, die Kolbenhirse ein mattes, runzelig punktiertes Mittelfeld trägt. Die Nachprüfung der von mir bestimmten Funde durch Netolitzky hat denn auch die Bestätigung meiner Bestimmungen gebracht, mit einer Ausnahme, die ich selber als unsicher hingestellt habe. Vom Pfahlbau am Alpenquai liegen gut erhaltene Früchte in namentlich verkohltem, aber auch in unverkohltem Zustande so häufig vor, dass beide Hirsearten sicher erkannt werden konnten. Ja, von der Rispenhirse sind viele zusammengebrannte Klumpen von Körnern vorhanden, an denen zum Teil die langen Rispenstielchen deutlich erhalten geblieben sind. Auch in vielen (40) Topfresten und (27)

---

[1]) Netolitzky, F.: Die Hirse aus antiken Funden. Sitz.-Ber. Kais. Akad. Wissensch. Wien. Math. naturw. Klasse. Bd. C XXIII. p. 725–759.

[2]) Heer, O.: l. c. p. 17.

Topfscherben ist *Panicum miliaceum* vertreten, während *Setaria italica* in weniger Körnern, wenig Klumpen, weniger Topfresten (22) und Topfscherben (2) vorliegt; in Gesellschaft mit der Kolbenhirse zeigt sich fast immer die Rispenhirse. Diese letztere war dem Prähistoriker wohl wichtiger, wie sie überhaupt seit dem Neolithikum eine grössere prähistorische Verbreitung als die Kolbenhirse aufweist, welch letztere nach den Untersuchungen von Netolitzky[1]) mehr auf den Alpengürtel beschränkt war. „Während die Rispenhirse ganz Mitteleuropa zu irgend einer vorgeschichtlichen Zeit ernähren half und an den Ufern der Rhone ebenso gebaut wurde wie am Po, an der untern Donau und in Dänemark, fand ich bisher im Gegensatz dazu die Kolbenhirse nur im Alpengebiete und bis Bosnien und ein Fall wird aus Italien angegeben. Nördlich der Donau gibt es nur Rispenhirsefunde; in den Alpen aber sind beide Früchte innigst miteinander gemischt, sodass sogar bisweilen derselbe Topf beide enthält“, so sagt Netolitzky[2]) weiter.

11. *Setaria viridis* (L.) Pal. Verkohlte Körner, wie *Setaria* punktiert, aber schmäler als *Setaria italica,* stelle ich dieser Art zu, die als Unkraut zu deuten ist. Die nachträgliche mikroskopische Prüfung des Kieselsäureskelettes der veraschten Epidermiszellen hat die einwandfreie Richtigkeit der Bestimmung ergeben, indem die Randwellung der Zellen, die schmäler sind als bei *Setaria italica,* mit Netolitzkys Figur 1 p. 738 übereinstimmt.

12. *Avena fatua* L. Wenige, schwarze, dünne, bis 11 mm lange, gefurchte, am Grunde mit einem Haarbüschel versehene Körner stammen aus 2 Topfresten.

13. *Trichoon Phragmites* (L.) Schinz und Thellung, ist in Blattresten erhalten geblieben.

14. *Bromus secalinus* L. Schmale, 6—8 mm lange, auf der Bauchseite stark gefurchte Grasfrüchte gehören diesem Unkraut an, das frei und aus Topfresten in verkohltem Zustande ausgelesen wurde.

15. *Bromus sp.* Früchte von der Form der vom Taumellolch, aber etwas kräftiger und grösser, verkohlt.

16. *Lolium temulentum* L. Ziemlich viele verkohlte Körner von 4—5 mm Länge und 1,4—1,7 mm Breite und mit Bauchrinne versehen, sind dem Taumellolch zuzustellen. Die Bauchseite ist der Länge nach meist etwas gewölbt. Zum Teil sind noch die Spelzen an den Körnern, die dann bis 6 mm lang sind, zu erkennen. Ein

---

[1]) Netolitzky, F.: l. c. p. 755.

[2]) Netolitzky, F.: Das Rätsel der Hirse. Mannus; Zeitschrift für Vorgeschichte, Bd. VIII (1917) p. 214.

8 cm langer, 4 cm breiter und 3 cm dicker Klumpen zusammengebrannter Körner besteht aus diesem Lolche, wobei selten Trespe beigemischt ist. Dabei sind auch Übergänge bis zu 2 ½ mm breiten, flach gequetschen Körnern zu beobachten. Die verhältnismässig grosse Menge des Taumellolches, der heute ein verbreitetes Unkraut unter Getreide darstellt, ist geradezu auffällig und weist auf Verwendung hin; ein ganzer Klumpen kann wohl nicht als Abfall beim Reinigen des Getreides gedeutet werden.

17. *Triticum monococcum* L., ist dokumentiert durch mehrere Ährenstücke (eins 15 mm lang, einerseits mit 3, anderseits mit 2 Ährchen, eins 14 mm lang, jederseits mit 3 Ährchen und eins 14 mm lang, jederseits mit 2 Ährchen), einige wenige Ährchen und nicht häufige einzelne Körner von 5—6,5 mm Länge. Die Körner sind von der Seite her zusammengedrückt, schmal, zugespitzt und weisen am Übergang vom flachen bis in der Längsrichtung etwas gewölbten Bauch zur Seite eine scharfe Kante auf; der Rücken ist gekielt. Man kennt das Einkorn, dessen Stammform als subsp. *lasiorrhochis* Boiss. wild im Orient vorkommt, schon seit der ältern Steinzeit. Ausser den in der Literatur bekannten und von Gradmann[1]) zusammengestellten Orten habe ich selber diese Frucht aus einer Reihe prähistorischer Fundstellen bestimmt, von den neolithischen Niederlassungen von Aggtelek in Ungarn, vom Lac de Chalain in Frankreich, von Oudoumont in Belgien und vom bronzezeitlichen Mistelbach in Österreich.

18. *Triticum dicoccum* Schrank — Mehrere Ährenstücke, wovon das grösste 16 mm lang und einerseits mit 3, anderseits mit 4 Ährchen besetzt ist, einzelne Ährchen und Körner mit flacher Bauchseite sind frei und in 25 Topfresten erkannt worden. Diese im Altertum und Prähistorikum[2]) häufige Getreideart, dessen Stammform als *Triticum vulgare var. dicoccoides* Kcke. in Palästina aufgefunden worden ist, ist von mir ferner nachgewiesen im Neolithikum von St. Blaise, Wauwil, Fällanden, Du Port im Lac d'Annecy, Lac de Chalain, Oudoumont, Velem St. Veit, Brioni im österreichischen Küstenlande, aus der Bronzezeit von Mörigen, Roselet im Lac d'Annecy, Mistelbach.

19. *Triticum Spelta* L. 2 lockere Ährenstücke mit je 3 Ährchen gehören dem Spelz an. Daneben liegen zweikörnige Ährchen und einzelne Körner recht häufig vor; ja der Menge nach stellen die Spelzreste die weitaus häufigste Getreideart in dieser bronzezeitlichen

---

[1]) Gradmann, R.: Der Getreidebau im deutschen und römischen Altertum, Jena 1909 p. 31.

[2]) Gradmann, R.: l. c. p. 40.

Fundstätte dar; in 37 Topfresten sind sie vertreten. An den Ährchen ist fast immer das ziemlich breite Ährenspindelstück für das folgende Ährchen zu sehen, wie das bei dem rezenten Spelz beim Zerfallen der brüchigen Spindel zutrifft. Wenn das Spindelstück in selteneren Fällen als Fortsatz nach unten vorkommt, so zeigt es auch an den verkohlten Funden etwas schaufelförmige Aushöhlung. Die Art ist an den rechtwinklig abgestutzten Hüllspelzen deutlich erkennbar. Wenn das Ende derselben infolge Abbrechens nicht mehr intakt ist, so sind die Ährchen von denen des Emmers an dem Verhalten der Spelze an der der Ährenaxe zugekehrten Seite zu unterscheiden: Beim Emmer bilden sie am Rande des Ährchens eine scharf nach innen vorspringende Kante; beim Spelz ist die Spelzenkante mehr nach aussen gerichtet. Die 5—7 mm langen Körner sind auf der Bauchseite flach und gehen meist mit einer scharfen Kante auf die gerundete Rückenseite über. An einer Reihe von Körnern ist das Bärtchen recht deutlich ausgebildet. Wenn nur freie Spelz- und Emmerkörner durcheinander gemischt sind, ist eine sichere Unterscheidung zwischen ihnen nur schwer oder gar nicht durchzuführen.

Das meiste Interesse von den vier vorkommenden *Triticum*arten beansprucht der Spelz, dessen Stammform unbekannt ist. Am Alpenquai liefert er das weitaus meiste Getreide, so dass auf seine grosse Bedeutung zur Zeit des Bestehens dieser Pfahlsiedelung geschlossen werden darf.

Die ersten Spelzfunde wurden aus der Bronzezeit der Petersinsel im Bielersee gemacht, woher O. Heer[1]) zweikörnige Ährchen und einzelne Körner erwähnt, von denen jetzt nur noch ein zweikörniges Ährchen im botanischen Museum der eidgenössisch technischen Hochschule vorliegt. Aus im historischen Museum in Bern aufbewahrtem Material von dem bronzezeitlichen Pfahlbau Mörigen im Bielersee habe ich ein 21 mm langes, 9—10 mm breites und 6,5 mm dickes Ährenstück des Spelzes, mit jederseits drei Ährchen erkannt und hier vom Alpenquai liegt nun eine so bedeutende Menge dieser ein weisses Mehl liefernden Getreideart vor.

Schon Heer weist darauf hin, dass der Spelz den Pfahlbauten der Steinzeit nicht bekannt gewesen zu sein scheint. Buschan[2]) hat mit Unrecht den Heerschen Fund von der Petersinsel in Zweifel gezogen, eine prähistorische Spelzkultur für Mittel- und Südeuropa verneint und mit De Candolle¹) das gemässigte Osteuropa und die benachbarten asiatischen Gebiete für das Ursprungsland des Spelzes gehalten. Nach Engelbrecht findet sein Anbau in Osteuropa auch heute noch statt, was von Maurizio²) entgegen Gradmann bestätigt wird. Eine Einführung aus Rom kann angesichts der bedeutenden prähistorischen Funde nicht mehr in Frage kommen. Es ist Gradmann³), der sich eingehend mit der Verbreitungsgeschichte des Dinkels befasst hat, beizupflichten, dass diese Getreideart, wie Roggen und Haber, den Römern der ältern Zeit fremd war. Nach De Candolle¹) kommt er in den wärmeren Mittelmeerländern nicht vor. Im Hebräischen, Griechischen, Lateinischen herrscht Unklarheit über die Bedeutung der Namen *kussemeth, ὄλυρα, ζεία, ador, far* bei denen,⁴) die sich mit der Sache befasst haben und die diese Namen wohl auf einen Spelzweizen, am ehesten auf *Triticum dicoccum,* beziehen. Nach Hoops⁵) dagegen „kann es kaum zweifelhaft sein, dass Plinius unter *far* den Dinkel oder Spelz verstand“ und er glaubt,⁶) „dass der Spelz die eigentliche Hauptfrucht der alten Römer war“. Doch meint er⁷) auch: „Die Frage, ob auch die Völker des klassischen Altertums den Spelz *(Triticum Spelta* L.*)* gekannt haben, ist schwer zu entscheiden, weil die Deutung der klassischen Getreidenamen mit aussergewöhnlichen Schwierigkeiten verknüpft ist.“ „Das erste unanfechtbare Zeugnis für das Vorhandensein der Spelzkultur im klassischen Altertum liefert das Auftreten des spätlateinischen Wortes *spelta* um die Wende des 3. und 4. Jahrhunderts n. Chr. Der früheste Beleg desselben ist der im *Edictum Diocletiani* vom Jahre 301“ (Maximaltarif von Diokletian, in dem Höchstpreise für eine Reihe von Lebensmitteln festgesetzt sind). Doch ist das Wort Spelz germanischen Ursprungs und bedeutet wahrscheinlich Spaltkorn, nach dem Zerbrechen der Ähre oder der Gestalt der Ährchen, die infolge des Auseinanderklaffens der Spelzen wie gespalten aussehen. Nach Hoops⁸)

---

[1]) Heer, O.: Die Pflanzen der Pfahlbauten. Neujahrsbl. Naturf. Ges. Zürich auf das Jahr 1866 p. 15.

[2]) Buschan, G.: Vorgeschichtliche Botanik der Kultur- und Nutzpflanzen der alten Welt auf Grund prähistorischer Funde. Jena 1895, p. 22—23.

---

¹) De Candolle, A.: Der Ursprung der Kulturpflanzen. Übersetzung von Goeze. 1884. p. 459/60.

²) Maurizio, A.: l. c. p. 43.

³) Gradmann, R.: 1. Der Getreidebau im deutschen und römischen Altertum. Jena 1909, p. 49—100. — Derselbe: 2. Der Dinkel und die Alemannen. Württemberg. Jahrb. für Statistik und Landeskunde 1901.

⁴) Gradmann, R.: 1. l. c. p. 91 ff.

⁵) Hoops, Johs.: Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum 1905. p. 429.

⁶) Hoops: l. c. p. 433.

⁷) Hoops: l. c. p. 415.

⁸) Hoops: l. c. p. 434.

wäre das germanische Lehnwort „den Römern offenbar durch den Getreidehandel bekannt geworden.“

Bei uns war der Anbau des Spelzes im Mittelalter bis in die Neuzeit hinein bedeutender als heute. Christ[1]) sagt: „Das Getreide des schweizerischen Plateaus ist vorwiegend der Spelz, *Triticum spelta*,“ schlechthin Korn genannt, namentlich in der deutschen Schweiz, und nach Volkart[2]) waren Korn und Haber die ausschliesslichen Getreidearten der Dreifelderwirtschaft des spätern Mittelalters. Gegenüber früher ist sein Anbau stark zurückgegangen. Im obern Thurgau kann man ganze Gemeinden durchwandern, ohne einen einzigen Spelzacker anzutreffen. An seine Stelle ist der Weizen, resp. die Graswirtschaft getreten. Die Bedeutung des Spelzes ist heute, wie dies Gradmann[3]) zeigt, eine beschränkte geworden, wenn auch seine Verbreitung im deutschen Sprachgebiete sich nicht wesentlich geändert hat und hier seine Verbreitung mit dem Wohngebiete des schwäbisch alemannischen Stammes übereinstimmt. Im frühen Mittelalter kam dem Spelz eine grosse Bedeutung bei den Alemannen zu; er war eine ihrer Hauptfrüchte. Schwaben und die Schweiz, also alemannisches Land, bildete nach Johs. Meyer[4]) „diesseits der Alpen das Hauptgebiet für den Anbau des Dinkels.“ Sein Anbau reicht bei uns aber in viel frühere Zeiten, bis in die ältere Eisen- oder Hallstadtzeit, ja bis in die Bronzezeit hinauf und dies in viel stärkerem Masse, als bis anhin angenommen wurde. An einer Kontinuität des Spelzbaues von der prähistorischen Zeit bis in die jüngste Gegenwart hinein ist wohl nicht mehr zu zweifeln, wenn auch für die Römerzeit unseres Landes keine Funde vorliegen. Der Spelz war schon vor den Alemannen bekannt. Die Ansicht Meyers[4]), dass der Spelz durch die Alemannen erst im süddeutsch-schweizerischen Eroberungsland kennen gelernt und von der dortigen Urbevölkerung übernommen wurde, gewinnt durch diese archäologischen Funde, was auch Hoops[5]) trotz des germanischen Ursprungs des Wortes *spelta* annimmt: „Die Alemannen waren nicht die Urheber des Spelzbaues.“ Schon vor ihnen bestand Spelzkultur. Vielleicht sind auch die Gebiete auf dem Hundsrück, in der Eifel, in Frankreich, Spanien und Italien, Österreich nicht auf wandernde Alemannen, sondern eher auf ein grösseres Verbreitungsgebiet des Spelzbaues zurückzuführen, das in Mitteleuropa schon in vorrömischer Zeit bestanden hat. Ob dazu auch das ostelbische Alemannengebiet vor der Völkerwanderung gehörte? Die Alemannen konnten den Spelz in ihrer Heimat schon gekannt, ihn mitgebracht und seinen Anbau vorgefunden haben. Prähistorische Funde für seinen Anbau bei ihnen vor der Völkerwanderung liegen jedoch keine vor; aber auch das Mittelmeergebiet hat keine archäologischen Beweise ergeben, so dass die Frage über die Herkunft des Spelzbaues noch der sichern Lösung harrt. Auch die biologische Tatsache, dass der Spelz eine Winterfrucht ist, kann nicht als Beweis für die Herkunft aus den Mittelmeerländern gelten. Man muss für eine Reihe kultivierter Pflanzen sich von der Annahme befreien, dass sie aus dem Orient und dem Süden eingeführt seien, und auch zugeben, dass sie in Mittel- und Osteuropa erwachsen sind.

---

[1]) Christ, H.: Pflanzenleben der Schweiz. 2. Aufl. 1882. p. 175.

[2]) Volkart, A.: Dreifelder- und Egertenwirtschaft in der Schweiz. Forschungen aus dem Gebiete der Landwirtschaft. Frauenfeld 1902. Sonderabdruck p. 12.

[3]) Gradmann: 1. l. c. p. 52.

[4]) Meyer, Johs.: Die drei Zelgen. Progr. Thurg. Kantonsschule 1879/80. p. 14/15.

[5]) Hoops: l. c. p. 422 u. 435.

20. *Triticum aestivum* L. ssp. *compactum* (Host). Ein Ährenstück mit drei Ährchen und wenige, auf der Furchenseite gerundete Körner weisen auf diese Weizenart hin. Sie tritt auch in einigen Topfresten auf. Im Prähistorikum ist sie seit dem Neolithikum häufig. — Es liegt auch Getreidestroh vor, dessen Zugehörigkeit zu der einen oder andern Getreideart nicht sicher angegeben werden kann.

21. *Hordeum vulgare* L. *subsp. hexastichum* (L.) Ascherson var. *sanctum* Heer, ist dokumentiert durch ein Ährenstück mit zwei Quirlen von Ährchen. Gerstenkörner sind häufig und auch in 40 Topfresten vertreten. Zum Teil sind es nackte, meist aber bespelzte Körner, die nackt meist 6—7 mm lang und 3—4 mm breit sind. Es liegen aber auch Körner vor, die bei kaum 5 mm Länge nicht ganz 3 mm Breite erreichen; selten messen die nackten Körner bis 8 mm Länge. Somit gehören die meisten Gerstenkörner der kleinen, wenige auch der dichten Pfahlbaugerste, *Hordeum hexastichum* L. var. *densum* (Ser.) an. In einem Fundstücke konnte eine grössere Menge zusammengebrannter, deutlicher Gerstenkörner beobachtet werden.

22. *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla. — Die undeutlich dreikantigen Früchte, die gegen die Spitze eine etwas gewölbte Rückenkante aufweisen, braun bis schwarz und 2—2$^1/_2$ mm lang sind, treten in mässiger Menge auf.

23. *Mariscus Cladium* (Sw.) O. Kuntze, hat eine tonnenförmige Frucht mit verschmälertem Hals geliefert.

24—26. *Carex* sp. Dreikantige Früchte (Nüsschen), die verschiedenen *Carex*-Arten angehören: *Carex vesicaria* L., deren 2$^1/_2$ mm lange Früchte länglich aussehen, *Carex riparia* Curt. mit ebenfalls 2$^1/_2$ mm langen, aber dickeren Früchten, *Carex flava* L. mit kleinen, kaum 2 mm langen, dunkeln, scharf dreikantigen Früchten konnten durch Vergleichung mit rezenten Früchten erkannt werden. Daneben sind noch andere *Carex*-Arten in Früchten vertreten. Ebenso liegt ein verkohltes Stück mit Blattresten eine Segge vor.

27. *Salix caprea* L.

28. *Populus tremula* L.

Von Weide und Pappel liegen Holzreste vor, die sich durch zarte, von blossem Auge nicht mehr erkennbare Markstrahlen und gleichmässig verteilte Gefässe kennzeichnen. Bei rötlichem Kernholz ist auf die Weide zu schliessen; das Fehlen eines Kernes spricht mehr für die Zitterpappel. In vielen Fällen ist aber die Unterscheidung zwischen Weide und Pappel nicht durchzuführen, wie die Zusammenstellung der Holzreste (S. 638) zeigt. Pfähle und zwei Artefakte (ein Stiel und eine Platte) bestehen aus Weidenholz. Auch Korbgeflechte sind aus der Weide verfertigt.

29. *Corylus Avellana* L. Neben wenig Holzresten mit unechten Markstrahlen und bäumchenartig sich verzweigenden Porenreihen hat der Haselstrauch namentlich zerbrochene Schalenstücke ergeben. Darunter fanden sich 6 ganze Schalen, welche die beiden Formen der kurz- und langfrüchtigen Hasel erkennen lassen:

f. silvestris hort. 1 Stück: 13,5 mm lang, 12 mm breit, Index $\frac{\text{l.}}{\text{br.}}$ 1,12

f. oblonga G. And. 5 Stück:	15	15	15	15	16	mm lang
und entsprechend	12	11	10	10	12,5	mm breit,
Index somit	1,2	1,36	1,5	1,5	1,28.	

Auch an einigen halben Schalen lässt sich die Unterscheidung durchführen. Cupulareste sind einige wenige erhalten geblieben. Ein kleines Loch an einer Schale rührt von *Balaninus nucum* L., dem Nussbohrer, her.

30. *Carpinus Betulus* L. Schalen, bearbeitete Holzstücke, ein Stiel zu einem Spinnwirtel bestehen aus diesem zähen Holze, bei dem bei Vergrösserung die breiten Markstrahlen sich auflösen und die Poren radial bald breitstrahlig, bald linienstrahlig sind und schwache Anlehnung an Ringporigkeit aufweisen.

31. *Betula* sp., deren rötliches Holz zarte Markstrahlen und nach innen deutliche Markflecken aufweist, lieferte Holz für Pfähle und Artefakte, indem eine Schale daraus verfertigt ist. Birkenrinde tritt selten auf.

32. *Alnus incana* (L.) Mönch

33. *Alnus glutinosa* (L.) Gärtner — Die Erle war als Pfahlholz

beliebt. Auch zu Stiel, Schaufel, Holzhorn fand sie Verwendung. Die noch heute wichtigen Erlen, Grau- und Schwarzerle, waren vorhanden. Die Schwarzerle besitzt neben vielen zarten Markstrahlen auch breite, daneben Markgänge, gleichmässig zerstreute Poren, die jedoch im Frühlingsholz gleich zu Beginn des Jahrringes in einer einfachen Lage ringförmig etwas dichter scheinen. Bei der Grauerle sind die Zellgänge und die breiten Markstrahlen sparsamer und letztere auch undeutlicher.

34. *Fagus silvatica* L. Pfähle, Brettstücke, Artefakte (Beilschaft, Stiel, Holz mit Verzierungen) bestehen aus dem an den breiten Markstrahlen leicht kenntlichen Buchenholz.

35. *Quercus* sp. An den breiten Markstrahlen und der Ringporigkeit ist Eichenholz leicht kenntlich. Von allen Hölzern hat es die meisten Reste geliefert. An vielen Pfahlstücken lassen sich das schwarz gefärbte Kernholz und der hellere Splint noch deutlich unterscheiden. Pfähle, Bretter, wie auch Artefakte (Holzrohre, Beilschaft, Hammer) bestehen aus dem dauerhaften Eichenholz. Holzkohle davon tritt uns häufig entgegen. Dass auch die Früchte gesammelt wurden, zeigen 3 schwarze halbe Früchte und ein Fruchtbecher.

36. *Ulmus* sp. Am ringporigen Holz sind ausserhalb des Porenringes einfache Poren zu welligen und peripherisch verlaufenden Linien vereinigt, deren Ausbildung am meisten mit *Ulmus scabra* Miller übereinstimmt.

Der bronzezeitliche Bewohner des Alpenquais benutzte die gleichen Holzarten wie wir sie heute anwenden. Durch die Funde erfahren wir, welche Hölzer namentlich zum Aufbau der Siedelung Verwendung fanden. Von den Laubhölzern lieferten vor allem Eiche, Erle, Esche, sowie auch Buche, Weide, Pappel, Birke das Bauholz, auch die Weisstanne. Zu den Artefakten wurden bestimmte Holzarten bevorzugt. Zu Schalen, Platten, Löffeln, Schachteln fand namentlich Ahorn Verwendung, hie und da auch die Hainbuche und seltener Birke und Weide. Beilschäfte, grosse Schalen und grosse Löffel bestehen meist aus Esche. Zu Beilfassungen wurden auch Buche, Eiche, Apfelbaum, Ahorn herangezogen. Ein Eichenholzhammer trägt einen Eschenstiel. Eschene Lanzenstielspitzen, ferner Rädchen, Schaufeln aus Ahorn und Erle liegen vor. Aus Erle, Ahorn, Esche bestehen Holzhörner. Weisstannene Schachteln, Pfeile, Abziehholz für Messer, ein Holzteller aus Fichtenholz mit daran haftendem Speiserest lassen die Verarbeitung von Nadelhölzern erkennen. Auch Knospenschuppen verschiedener Laubhölzer, ebenso Rindenstücke liegen vor.

37. *Rumex crispus* L. liegt in einem kleinen dreikantigen Früchtchen aus Topfrest 51 vor.

38. *Polygonum aviculare* L.
39. *Polygonum Persicaria* L.
40. *Polygonum minus* Hudson.
41. *Polygonum Hydropiper* L.
42. *Polygonum dumetorum* L.
43. *Polygonum Convolvulus* L.

Von den Knötericharten liegt der Windenknöterich in den meisten Früchten vor, die sich durch ihre dreieckige Form, scharfen Kanten, einspringenden Flächen und eine Länge von 2—3 mm kennzeichnen. Der Vogelknöterich, dessen Reste sonst aus der Schweiz nur vom römischen Baden vorliegen, hat etwas kleinere, ebenfalls dreikantige Früchte mit etwas nach aussen gewölbten Flächen geliefert. Die Nüsschen des pfirsichblättrigen Knöterichs, die bis 2 mm lang sind, sind herzförmig, flach und einerseits fast etwas gewölbt. Die ähnlichen Früchte des Wasserpfefferknöterichs sind häufig etwas länger, ebenso die des Heckenknöterichs, die wieder einen scharf dreikantigen Querschnitt bilden. Beim kleinen Knöterich liegt eine einzige, längliche, zugespitzte, etwas linsenförmige Frucht vor. Die verschiedenen Arten sind als Unkräuter, namentlich des Getreides anzusehen; mochte in früheren Zeiten der Windenknöterich da und dort auch als Nahrung gedient haben.

44. *Chenopodium album* L. Die bis 1$^1/_2$ mm grossen, rundlich-nierenförmigen, fein punktierten, mässig scharfen bis stumpfrandigen Samen liegen reichlich vor. Während heute diese Pflanze nur als Unkraut bekannt ist, hat sie der Pfahlbauer wohl als Nahrungsmittel benützt.

45. *Chenopodium polyspermum* L. mit kleinern Samen ohne Rückenkante ist weniger zahlreich.

46. *Vaccaria pyramidata* Medikus — Ein mit stumpfen Wärzchen dicht besetzter, schwarzer, fast kugeliger Same von 2 mm Durchmesser, stimmt mit rezenten Samen des Kuhkrautes überein, das hin und wieder unter Getreide auftritt. Sie ist für die Prähistorie zum ersten Male am Alpenquai bestimmt.

47. *Stellaria media* (L.) Vill. ist durch ziemlich reichliche Samen nachgewiesen, die klein, schwarz, rundlich-nierenförmig und mit starken, stumpfen Wärzchen in regelmässiger Anordnung dicht besetzt sind und deren flache Seite ziemlich scharf in die Rückenseite übergeht.

48. *Stellaria aquatica* (L.) Scop. Wie die Pflanze *Stellaria nemo-*

rum L. ähnlich ist, so gleichen auch die Samen denen der Sternmiere; der Übergang von flachen zur Rückenseite erfolgt jedoch allmählicher.

49. *Arenaria serpyllifolia* L. Drei verkohlte, längliche Kapseln mit kleinen, deutlichen Zähnen und zwei mit Stiel gehören dem in Äckern häufig vorkommenden Sandkraute an.

50. *Ranunculus repens* L. tritt sehr häufig in den unverkohlten, flachen, scheibenförmigen, wulstigen und punktierten Früchtchen auf, die 2 mm breit und wegen eines kurzen Schnäbelchens etwas länger sind.

51. *Ranunculus Lingua* L. Die Früchtchen sind seltener, kleiner als bei voriger Art und besitzen zum Teil ein scharfes Schnäbelchen und sind auch unverkohlt.

52. *Ranunculus aquatilis* L. Einige querrunzelige, kegelförmig zugespitzte Früchtchen gehören dem Wasserhahnenfuss an.

53. *Thalictrum* sp. Ein kleines, eirundliches, 1$^1/_2$ mm langes, längsgestreiftes Früchtchen gehört einer *Thalictrum*art aus der Gruppe *angustifolium* L., am ehesten *Thalictrum flavum* L. an.

54. *Papaver somniferum* L. var. Bis 1 mm lange nierenförmige Samen, die namentlich auf dem Rücken regelmässige 4—5 kantige Maschen in Längsstreifen aufweisen, sind nach dieser Ausbildung zu Heers Pfahlbaumohn zu stellen, welcher nach Hartwich der ssp. *setigerum* (DC.), der Stammpflanze des Schlafmohns, noch ziemlich nahe stand. Sie finden sich häufig.

55. *Thlaspi arvense* L. liegt in etwa zwei Dutzend schwarzen, flachen, abgerundeten Samen vor, die halbkreisförmig sich hinziehende Riefen besitzen.

56. *Lepidium* sp. Dazu sind wenige verkohlte, längliche, im Mittel 1$^1/_2$ mm lange Samen zu stellen, an denen der gekrümmte Keim deutlich erkennbar ist.

57. *Brassica arvensis* (L.) Scheele — Ein kugeliger Same, der bei der Untersuchung verloren gegangen, stimmt in Grösse und Oberfläche mit den Samen des Ackersenfs überein.

58. *Pyrus Malus* L. ist in Holz, Apfelstücken und freien Kernen nachgewiesen. Das Holz, das zu Pfählen und Artefakten (Beilschaft, Stiel) Verwendung fand, zeigt noch den charakteristischen, braunroten Kern, verschiedenbreite Jahrringe, feine Markstrahlen und kleine, gleichmässig zerstreute Poren. Die kleinen, ganzen Äpfel sind 13—15 mm hoch und 15—16 mm breit; halbe Äpfel messen in der Höhe 17 mm und in der Breite 18—20 mm.

59. *Sorbus Aria* (L.) Crantz — Vier 5—6 mm lange Samen, die gegen die Spitze etwas gebogen und durch Druck flach geworden sind und scharfe Längseindrücke besitzen, weisen darauf hin, dass

die essbaren Früchte gesammelt wurden. Wie bei Himbeere, Brombeere, Erdbeere sind die Sämereien unverkohlt.

60. *Rubus idaeus* L. ist in mässiger Menge aufgefunden worden. Die 2—3 mm langen Früchtchen besitzen eine kreisförmige Rückenseite und eine flache bis wenig hohle Bauchseite. Etwas grösser, 3—3½ mm lang, sind die zahlreicheren Früchtchen von

61. *Rubus fruticosus* L., die die Form eines sphärischen Dreiecks haben und gegen das eine Ende spitz zulaufen.

62. *Fragaria vesca* L. Die kleinen 1,2—1,5 mm langen, kegelwalzenförmigen, geschnäbelten Früchtchen sind nicht häufig.

63. *Potentilla* sp., der wenige ähnliche, etwas grössere Früchtchen mit schwachen Schäbelchen angehören.

64. *Agrimonia Eupatoria* L. liegt in sechs trichterförmigen, mit Randwulst versehenen Früchtchen von ca. 4 mm Länge vor. Die Borsten sind verbrannt; denn die Früchtchen sind verkohlt.

65. *Rosa canina* L. Dass die Hagebutte, wie viele Früchte von Rosengewächsen, gesammelt wurde, ist an den reichlichen, 4—5 mm langen, unregelmässig kantigen Nüsschen zu erkennen.

66. *Prunus spinosa* L. Über 30 Steinkerne, 7—10 mm lang, mit tiefer Rückenfurche und an der Bauchnaht mit zwei dicken Rändern versehen, gehören dieser gesammelten Frucht an.

67. *Prunus Padus* L. Steinkerne der Traubenkirsche lassen häufig die f. *ovata* mit kugeligen Früchten erkennen. An einem Früchtchen ist sogar das getrocknete Fruchtfleisch erhalten geblieben. Seltener ist die f. *acuminata* mit zugespitzten Früchten vertreten. Die kaum 5—7 mm langen Steinkerne sind mit keiner oder nur einer schwachen Rückenfurche versehen.

68. *Prunus* sp. Ein Pfahlstück und ein mit Schnittspuren versehenes Holzstück zeigen feine, scharfe Markstrahlen und kleine Poren, die am Anfang des Jahrringes zahlreicher auftreten. Das Holz gehöhrt einer *Prunus*-Art an; am ehesten möchte ich es *Prunus avium* L., dem Kirschbaum, zustellen.

69. *Medicago lupulina* L. Die nierenförmigen, geaderten, nicht ganz 2 mm langen Früchte, sowie die glatten, walzlich nierenförmigen Samen finden sich häufig in verkohltem Zustande. Sie konnten mit den eingesammelten Feldfrüchten in die Pfahlbauten gebracht worden sein, wie auch die folgenden Getreide-Unkräuter:

70. *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray, mit 2 mm grossen, kugeligen Samen.

71. *Vicia Cracca* L., mit 2½ mm grossen Samen und einem

unreifen verkohlten Hülsenstück von 21 mm Länge. Die Samen haben einen grossen Nabel.

72. *Vicia sepium* L. mit Samen von 3 mm Durchmesser.

73. *Vicia Faba* L. *var. celtica nana* Heer — ist in einer lang- und einer kugelsamigen Form vertreten. Bei 30 grossen länglichen und 20 kurzen runden Samen konnten in mm gemessen werden:

	Langsamig			Kurzsamig		
	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel
Länge	10,2	8,0	9,2	9	6,6	7,75
Breite	8,5	6	7	8	5	6,5
Index $\frac{l}{b} \times 100$ %			76,1 %			83,9 %

Die zahlreichen Samen sind etwas grösser als die aus den bronzezeitlichen Pfahlbauten der Schweiz. Die Saubohne fehlt den meist steinzeitlichen Pfahlbauten der Ostschweiz; in der Bronzezeit der Westschweiz tritt sie auf der Petersinsel, in Mörigen, Montelier, Concise auf. Am Alpenquai Zürich darf ihre Kultur an das Ende der Bronzezeit gesetzt werden, so dass an ihre Einführung von Westen her zu denken ist. Das Auftreten der Saubohne am Alpenquai darf geradezu als Beweis für ein geringes Alter des Pfahlbaus angeführt werden, was in voller Übereinstimmung mit anderen Fundgegenständen steht. In Wollishofen, dessen Pfahlbau der jüngeren Bronzezeit angehört, ist ebenfalls ein Same der Saubohne (vgl. S. 645) aufgefunden worden.

74. *Lens culinaris* Medikus ist reichlich konstatiert in zweisamigen, rautenförmigen Hülsen mit Kelch und zahlreichen, linsenförmigen Samen, die bei einem Durchmesser von 3—4 mm, im Mittel 3,3 mm, selten von unter 3 mm, etwas kleiner sind als die heute kultivierten Samen.

75. *Pisum sativum* L. Zahlreiche kugelige Samen haben einen mittleren Durchmesser von 4,4 mm; die grössten messen 5,3, die kleinsten 3,5 mm. Sie sind etwas grösser als die steinzeitlichen Funde.

76. *Geranium columbinum* L. Zwei verkohlte, länglich walzliche, dicht mit Wärzchen besetzte Samen, stimmen mit rezenten Samen überein.

77. *Linum austriacum* L. liegt in Flachsstroh, Stengeln und Samen vor. Die Samen sind meist 3,4—3,7 mm, selten nur 3 mm lang und mit schwachem stumpfem Schnäbelchen versehen. Diese Eigenschaften bestätigen die früheren Ergebnisse über die Zugehörigkeit des Pfahlbauleins zu *Linum austriacum*[1]).

---

[1]) Neuweiler E. Prähistorische Pflanzenreste p. 67/71.

78. *Euphorbia amygdaloides* L. Ein glatter 2,4 mm langer, 1,8 mm breiter, elliptischer, brauner Same gehört diesem Unkraut an.

79. *Euphorbia Cyparissias* L. besitzt spröde, glatte, walzliche und kleinere Samen.

80. *Euphorbia Helioscopia* L. Fünf netzrippige, 2 mm lange, unten mit schiefem Nabel versehene und oben kugelig gerundeten Samen lassen diese Wolfsmilch erkennen.

81. *Acer Pseudoplatanus* L. Ob eine Teilfrucht mit Flügel dem Pfahlbau angehört hat oder rezent ist, ist nicht sicher zu entscheiden. Dagegen entstammen zahlreiche Holzreste der Pfahlsiedelung. Besonders zur Bereitung von Artefakten fand das Holz Verwendung. 26 bearbeitete Gegenstände, wie Schachtelboden, Platten, Schalen, Löffel, Schaufel, Beilschaft, viereckiges Holzhorn bestehen daraus. Das häufig angekohlte Holz ist kenntlich an den zahlreichen feinen, scharfen Markstrahlen und den zarten gleichmässig verteilten Poren. Zwei Holzproben konnten nur *Acer* sp. zugestellt werden.

82. *Viola odorata* L. Ein schwarzer, kugeligkegelförmiger Same von 1,8 mm Länge gehört hieher. Aus einem eisenzeitlichen Grab V aus dem Grabhügel von Subingen im Kanton Solothurn konnten ein Dutzend ein wenig grössere Samen dieses Veilchens erkannt werden.

83. *Viola tricolor* L. hat 16 Samen geliefert, welche die Form der Samen des wohlriechenden Veilchens aufweisen, aber schlanker, kleiner und braun sind.

84. *Hedera Helix* L. Fünf hartschalige Samen mit einer fast flachen und einer rauhen mehr gewölbten Seite, 4 mm lang, 3 mm breit, liegen von dieser Kletterpflanze vor.

85. *Torilis Anthriscus* (L.) Gmelin — Zwei 3 mm lange Teilfrüchte, deren scharfe Stacheln etwas abgerieben sind, gehören dieser Umbellifere an.

86. *Conium maculatum* L. liegt in einer 3 mm langen Teilfrucht mit etwas abgestumpften Rippen und schmaler Fugenseite vor. Recht häufig dagegen tritt

87. *Aethusa Cynapium* L. auf. Ihre Teilfrüchte sind braun, ganz selten verkohlt und liegen in einer mistähnlichen Masse; sie sind eirundlich, 2 $^1/_2$—3 mm lang und mit fünf scharfen Rippen versehen. Die angeblich giftige, aber unschädliche Pflanze hat vom Alpenquaibewohner der Pfahlbauten sicherlich Verwendung gefunden; ihr reiches Auftreten, frei und in 33 Topfresten, zwingt zu dieser Annahme. Doch wozu?

88. *Heracleum Sphondylium* L. Drei flach ovale, 5—6 mm lange Teilfrüchte gehören dieser häufigen Doldenpflanze an.

89. *Cornus sanguinea* L. ist in fünf kugeligen Steinkernen nachgewiesen.

90. *Anagallis arvensis* L. liegt in vielen scharf dreikantigen Samen von 1 mm Breite und 1,2 mm Länge vor. Unkraut.

91. *Fraxinus excelsior* L. Mit Eiche und Erle liefert sie die meisten Holzreste am Alpenquai. Sie ist leicht an den zarten Markstrahlen und dem scharf abgesetzten Porenring aus grossen Gefässen zu erkennen. Der Prähistoriker brauchte sie sowohl als Pfahlholz als auch zu einer Reihe anderer Gebrauchsgegenstände wie Rädchen, Schalen, Löffeln, Hammerstielen, Beilschäften, Lanzenstielspitzen, Hornholz.

92. *Myosotis arvensis* (L.) Hill — Vier kleine, schwarze, noch zusammenhängende Teilfrüchte lassen nach der Trennung eine Innenseite mit einer Längskante und eine gewölbte Aussenseite erkennen. Unkraut.

93. *Verbena officinalis* L. Zehn längliche Teilfrüchte ($1\,{}^1/_2$ mm lang, ${}^1/_2$ mm breit) sind mit einem in der Längsrichtung gestreckten, zartmaschigen Netzwerk überzogen.

94. *Ajuga reptans* L. Davon liegen drei Teilfrüchte vor, die 2 mm lang und $1\,{}^1/_4$ mm breit sind, einen grossen, fast die Hälfte der Bauchseite einnehmenden Nabel besitzen, der mit einem wallartigen Wulst in die ziemlich grobnetzige Rückenseite übergeht.

95. *Galeopsis Tetrahit* L. hat zahlreiche Früchtchen geliefert, die 3 mm lang, $2\,{}^1/_2$ mm breit sind. Bei gewölbter Rückenseite weisen sie infolge einer Längskante auf der Bauchseite dreieckigen Querschnitt auf. Am untern Ende findet sich ein kleiner, schiefer Nabel.

96. *Laminum purpureum* L. Reichliche dreikantige, 2 mm lange und $1\,{}^1/_4$ mm breite Früchtchen gehören diesem Unkraute an.

97. *Stachys silvaticus* L. Ein Früchtchen.

98. *Stachys annuus* L. Viele Früchtchen, auch in Topfresten. Von dieser Art liegen, von der Rückenseite gesehen, breit eiförmige Früchtchen von kaum $1\,{}^1/_2$ mm Länge, schiefem Nabel und abgerundet kantiger Bauchseite vor. Das Nüsschen des Waldziestes ist etwas grösser und weist eine stärker vortretende Bauchkante auf.

99. *Salvia pratensis* L. ist in vier ganz glatten, dreikantigen, mit schiefem Nabel und gewölbter Rückenseite versehenen Früchtchen nachgewiesen.

100. *Lycopus europaeus* L. Von dieser Sumpfpflanze liegt aus einem Topfrest ein flaches Früchtchen mit wulstigem Rande, gestutztem Scheitel und hufeisenförmigem Nabel vor. In der Längs-

ansicht sieht es bei einer Länge von 1¼ mm und einer Breite von 1 mm hoch trapezförmig, vierkantig aus.

101. *Mentha arvensis* L. Ein Früchtchen, 1 mm lang, glatt, länglich eiförmig, beidseitig gewölbt und im untern Teil dreikantig, wurde ausgelesen.

102. *Solanum Dulcamara* L. Die reichlichen Samen aus der giftigen Beere sind braun, rundlich-nierenförmig, flach und mit netzgrubiger Oberfläche versehen. Ihre Länge beträgt gut 2, ihre Breite annähernd 2 mm.

103. *Rhinanthus Crista galli* L. hat in einem Topfrest zwei verkohlte, flache Samen geliefert, wovon der eine 3½ mm lang, 2 mm breit und noch mit Randflügel versehen ist.

104. *Plantago lanceolata* L. liegt in einem schwarzen, 2½ mm langen, 1¼ mm breiten, langelliptischen Samen mit schwacher Rückenkante und grosser Bauchrinne vor.

105. *Galium Aparine* L. mit vielen verkohlten, kugeligen Früchtchen von 2—3 mm Durchmesser, grossem Loch und glatt abgebrannten Borsten unterscheidet sich von dem auch ziemlich häufigen

106. *Galium palustre* L., durch dessen kleinere 1—1¼ mm grossen Früchtchen. Auch in Topfrest.

107. *Galium Mollugo* L. hat kleine Früchtchen von der gleichen Grösse und ohne Loch; es ist selten.

108. *Sambucus nigra* L. Die 4 mm langen, länglichen, warzig runzeligen Samen treten in mässiger Menge auf; ebenso

109. *Sambucus Ebulus* L., dessen warzige Samen bei der gleichen Breite von 2 mm nur 3 mm lang sind.

110. *Viburnum Lantana* L., mässig. Die flachen, 5—7 mm langen, 5 mm breiten Samen sind mit Längsfurchen und am Ende mit scharfen Spitzchen versehen.

111. *Valerianella dentata* Pollich hat kegelig eiförmige, ca. 2 mm lange Früchte. Die eine Längsfläche ist gewölbt; die andere flache weist mehr dem Rande nach zwei Längsrippen und häufig eine schwächere Mittelrippe auf. Die zahlreichen Früchte lassen auf Verwendung dieser unter Getreide auftretenden Pflanze schliessen.

112. *Valerianella olitoria* (L.) Pollich. Der Nüsslisalat, der als Gemüsepflanze gebaut wird, ist viel weniger häufig vertreten. Die rundlichen, längsfurchigen Früchte messen etwa 2 mm im Durchmesser.

113. *Valerianella rimosa* Bast. weist nur eine kegelig kugelige, mit Furche und Spitze versehene Frucht auf.

114. *Scabiosa Columbaria* L. Dazu gehören zwei becherförmige, 2½ mm lange Scheinfrüchte, die acht starke Längsrippen tragen.

115. *Bidens tripartitus* L. ist durch zusammenhaltende Früchte in einem Topfrest nachgewiesen. Sie sind länglich flach, 6 mm lang, verbreitern sich nach oben, wo sie 2—3 Grannen tragen.

116. *Cirsium arvense* (L.) Scop. weist drei längliche dickliche, glatte, 2½—3 mm lange Achänen auf, die nach oben sich verbreitern und dann wieder eingezogen sind.

117. *Cirsium* s. *Carduus* sp., eine der vorigen ähnliche, aber etwas dickere Frucht.

118. *Centaurea Cyanus* L. mit 2 fast verkehrteiförmigen, 3 mm langen, unten wie geschnäbelt aussehenden und oben ringartig eingezogenen Achänen, unterscheidet sich von ähnlichen Früchten wie

119. *Centaurea Jacea* L. dadurch, dass die zwei vorliegenden Früchte kein Schnäbelchen erkennen lassen.

120. *Composite,* ein verkohlter Hüllkelchrest.

Holzreste aus dem Pfahlbau Alpenquai Zürich.

Art	Pfahl- und Querholzstücke	Brettstücke	Artefakte	Sonstige Reste	Summe
1. *Picea excelsa* (Lam.) Link.			3	1	4
2. ***Abies alba*** Mill. . . .	16	1	11	3	31
3. ***Salix caprea*** L. . . .	16		2		31
4. ***Populus tremula*** L. . .	2				
5. ***Salix*** s. ***Populus*** sp. . .	11				
6. ***Corylus Avellana*** L. .				2	2
7. ***Carpinus Betulus L.*** .			3	1	4
8. ***Betula*** sp.	5		1		6
9. ***Alnus incana*** (L.) Mönch	2				108
10. „ *glutinosa* (L.) Gärtn.	95	1	4	3	
11. „ sp.	2			1	
12. ***Fagus silvatica*** L. . .	17	2	6	2	27
13. ***Quercus*** sp.	105	7	3	3	118
14. ***Ulmus*** sp.	3			1	4
15. ***Prunus*** sp. ***(avium*** L.***)*** .	1		1		2
16. ***Pyrus*** sp. ***(Malus*** L.***)*** .	5		2	1	8
17. ***Acer Pseudoplatanus L.***	3		26	1	32
18. ***Acer*** sp.	1		1		
19. ***Fraxinus excelsior*** L. .	50	1	18	9	78
20. Laubholz			2		2
	334	12	83	28	457

Einige Sämereien, fünf verschiedenen Arten angehörend, konnten noch nicht identifiziert werden. Sie scheinen einer *Monokotyledone, Galium, Sanguisorba, Plantago, Labiate?* anzugehören.

Von den am Alpenquai aufgefundenen Pflanzen sind eine ganze Reihe für das Prähistorikum der Schweiz neu, so *Setaria viridis, Rumex crispus, Polygonum minus, P. dumetorum, Vaccaria pyramidata, Arenaria serpyllifolia, Thalictrum* sp., *Lepidium* sp., *Medicago lupulina, Vicia sepium, Geranium columbinum, Euphorbia amygdalina, E. cyparissias, Viola odorata, V. tricolor, Hedera Helix, Torilis Anthriscus, Conium maculatum, Aethusa Cynapium, Heracleum Sphondylium, Myosotis arvensis, Lamium purpureum, Stachys silvaticus, St. annuus, Salvia pratensis, Rhinanthus Crista galli, Plantago lanceolata, Valerianella olitoria, V. rimosa, Scabiosa Columbaria, Bidens tripartitus, Centaurea Jacea* Die meisten dieser Pflanzen stellen Unkräuter dar; einige wie *Aethusa Cynapium, Valerianella* werden Verwendung gefunden haben. Die Kulturpflanzen *Triticum Spelta* und *Vicia Faba* sind für die Ostschweiz neu. Ihr Vorkommen steht in Einklang mit dem geringen Alter des Pfahlbaus (Ende Bronze-, Anfang ältere Eisenzeit).

Zusammenstellung der in den Topfresten aufgefundenen Pflanzenarten.

(Wo nichts anderes bemerkt ist, liegen Sämereien vor.)

Topfrest 1: Grasrest, Potamogeton (Blatt), Najas marina, Corylus Avellana, Polygonum Persicaria, Ranunculus Lingua, R. repens, Rubus fruticosus, Prunus spinosa, Pr. Padus, Aethusa Cynapium, Galeopsis Tetrahit, Viburnum Lantana, Schafmist.

Topfrest 2: Grasrest, Panicum miliaceum, Triticum Spelta, Hordeum sp., Carex sp., Corylus Avellana, Chenopodium album, Ranunculus repens, Pyrus Malus (Stücke), Rubus fruticosus, Prunus spinosa, Acer (Kohle), Aethusa Cynapium, Fraxinus excelsior (Kohle), Galeopsis Tetrahit, Viburnum Lantana, Valerianella dentata.

Topfrest 3: Grasrest, Carex sp., Laubholzkohle, Corylus Avellana, Polygonum dumetorum, P. Hydropiper, Ranunculus repens, Pyrus Malus, Rosa canina, Rubus fruticosus, Hedera Helix, Aethusa Cynapium, Anagallis arvensis, Viburnum Lantana, Valerianella dentata, Scabiosa Columbaria.

Topfrest 4: Grasrest, Hordeum sp., Corylus Avellana, Ranunculus repens, Pyrus Malus, Rubus fruticosus, Hedera Helix, Aethusa Cynapium.

Topfrest 5: Grasrest, Triticum dicoccum, Hordeum sp., Corylus Avellana, Chenopodium album, Fragaria vesca, Rubus fruticosus, Fraxinus excelsior (Kohle), Galium Aparine, Valerianella dentata.

Topfrest 6: Nadelholzkohle, Najas marina, Panicum miliaceum, Setaria italica, Avena fatua, Bromus secalinus, Triticum dicoccum, Tr. Spelta, Hordeum sp., Rubus fruticosus, Vicia Cracca, Linum sp. (Stengel), Aethusa Cynapium, Valerianella dentata.

Topfrest 7: Grasrest, Triticum sp., Laubholzkohle, Ranunculus repens, Lens culinaris, Galeopsis Tetrahit, Valerianella dentata.

Topfrest 8: Grasrest, Panicum miliaceum, Triticum sp.

Topfrest 9: Grasrest, Triticum dicoccum, Tr. compactum, Hordeum sp., Lens culinaris, Linum austriacum.

Topfrest 10: Grasrest, Panicum miliaceum, Polygonum aviculare, P. Persicaria, Chenopodium album, Stellaria media, Prunus spinosa, Medicago lupulina, Aethusa Cynapium, Valerianella dentata.

Topfrest 11: Setaria italica, Triticum Spelta, Hordeum sp., Chenopodium album, Ranunculus repens, Papaver somniferum, Rubus idaeus, Medicago lupulina, Pisum sativum, Lens culinaris, Fraximus excelsior (Kohle), Valerianella dentata, Schnurstück.

Topfrest 12: Najas marina, Panicum miliaceum, Setaria italica, Triticum dicoccum, Tr. Spelta, Triticum sp. (Halmknotenstück), Hordeum sp., Rubus fruticosus, Galeopsis Tetrahit.

Topfrest 14: Grasrest, Panicum miliaceum, Triticum sp., Hordeum sp., Polygonum Convolvulus, Pyrus Malus, Pisum sativum, Galeopsis Tetrahit.

Topfrest 15: Nadelholzkohle, Najas marina, Triticum dicoccum, Tr. Spelta, Hordeum sp., Corylus Avellana, Polygonum Convolvulus, Ranunculus Lingua, Aethusa Cynapium, Galeopsis Tetrahit.

Topfrest 16: Nadelholzkohle, Panicum miliaceum, Triticum sp., Tr. Spelta, Hordeum sp., Corylus Avellana var. oblonga.

Topfrest 17: Najas marina, Panicum miliaceum, Triticum Spelta, Hordeum sp., Corylus Avellana, Alnus sp. (Kohle), Polygonum Convolvulus, P. lapathifolium, Ranunculus aquatilis, R. Lingua, Thalictrum sp. (flavum?), Prunus spinosa, Medicago lupulina, Lens culinaris, Aethusa Cynapium. Fraxinus excelsior (Kohle), Galeopsis Tetrahit, Bidens tripartitus.

Topfrest 18: Pisum sativum, Sambucus Ebulus, Fraxinus excelsior (Kohle).

Topfrest 19: Grasrest, Panicum miliaceum, Setaria italica, Triticum dicoccum, Hordeum sp., Carex sp., Polygonum aviculare, P. dumetorum, Chenopodium album, Ranunculus aquatilis, R. repens, Rosa canina, Rubus fruticosus, Prunus Padus f. ovata et acuminata, Linum austriacum (Samen und Stengel), Torilis Anthriscus, Aethusa Cynapium, Lamium sp., Galeopsis Tetrahit, Galium palustre, Sambucus nigra, Valerianella dentata, Cirsium arvense.

Topfrest 20: Grasrest, Hordeum sp., Rubus fruticosus, sehr viel Erde.

Topfrest 21: Grasrest, Panicum miliaceum, Setaria italica, Triticum (monococcum?), Pyrus Malus, Rubus fruticosus, Pisum sativum, Valerianella dentata, Korbgeflecht, Schnurstück.

Topfrest 22: Laubholzkohle, Prunus spinosa.

Topfrest 23: Grasrest, Najas marina, Panicum miliaceum, Triticum Spelta, Laubholzkohle, Polygonum aviculare, Pyrus Malus, Rubus idaeus, Pisum sativum, Lens culinaris.

Topfrest 24: Nadel- und Laubholzkohle, Grasrest, Panicum miliaceum, Setaria italica, Triticum dicoccum, Tr. Spelta, Hordeum sp., Corylus Avellana, Ranunculus repens, Aethusa Cynapium.

Topfrest 25: Grasrest, Triticum Spelta, Hordeum sp., Salix sp. (Kohle), Alnus sp. (Kohle), Rubus sp., Vicia Faba, Valerianella dentata.

Topfrest 26: Grasrest, Panicum miliaceum, Triticum dicoccum, Tr. Spelta, Hordeum sp., Alnus glutinosa (Kohle), Agrimonia Eupatoria, Rubus fruticosus, Vicia Faba (ein Same mit Loch vom Erbsenstecher), Pisum sativum, Linum austriacum, Aethusa Cynapium, Galium Aparine, G. palustre, Sambucus Ebulus.

Topfrest 27: Triticum (Spelta?), Hordeum sp., Corylus Avellana, Alnus sp.

(Kohle), Ranunculus repens, Medicago lupulina, Fraxinus excelsior (Kohle), Viburnum Lantana, Schnurstück.

Topfrest 28: Triticum sp., Polygonum dumetorum.

Topfrest 29: Grasrest, Panicum miliaceum, Setaria italica, Triticum dicoccum, Hordeum sp., Corylus Avellana, Alnus sp. (Kohle), Polygonum Persicaria, Papaver somniferum, Pyrus Malus, Rubus fruticosus, Linum austriacum, Torilis Anthriscus, Aethusa Cynapium, Fraxinus excelsior (Kohle), Galium palustre, Sambucus Ebulus.

Topfrest 30: Grasrest, Valerianella dentata.

Topfrest 31: Grasrest, meist Triticum dicoccum und Setaria italica, ferner Panicum miliaceum, Hordeum sp., Corylus Avellana (Kohle), Chenopodium album, Stroh, Cristatella mucedo.

Topfrest 35: Setaria italica, Triticum Spelta, Polygonum aviculare, Vicia Faba, V. hirsuta, Lens culinaris.

Topfrest 36: Grasrest, Panicum miliaceum, Setaria italica, Bromus sp., Trtiicum dicoccum, Tr. Spelta, Hordeum sp., Schœnoplectus lacustris, Polygonum aviculare, Chenopodium album, Ranunculus repens, Papaver somniferum, Thlaspi arvense, Medicago lupulina, Vicia Faba, Pisum sativum, Linum austriacum, Aethusa Cynapium, Galeopsis Tetrahit, Valerianella dentata.

Topfrest 37: Grasrest, Triticum sp., Linum sp.

Topfrest 38: Triticum Spelta, Hordeum sp., Chenopodium album, Pyrus Malus, Rubus fruticosus, Vicia Faba, Lens culinaris, Linum austriacum, Aethusa Cynapium, Sambucus nigra, Viburnum Lantana, Valerianella dentata.

Topfrest 39: Grasrest, Hirse, Triticum sp., Hordeum sp., Viburnum Lantana.

Topfrest 40: Panicum miliaceum, Triticum dicoccum, Tr. Spelta, Hordeum sp., Salix sp. (Kohle), Corylus Avellana, Polygonum aviculare, P. Convolvulus, P. Hydropiper, P. Persicaria, Chenopodium album, Ranunculus repens, Papaver somniferum, Thlaspi arvense, Medicago lupulina, Vicia Cracca, Pisum sativum, Aethusa Cynapium, Anagallis arvensis, Fraxinus excelsior (Kohle), Galeopsis Tetrahit, Valerianella dentata.

Topfrest 41: Potamogeton perfoliatus, Grasrest, Panicum miliaceum, Triticum dicoccum, Tr. Spelta, Hordeum sp., Carex sp., Corylus Avellana, Polygonum Persicaria, P. Convolvulus, Chenopodium album, Papaver somniferum, Thlaspi arvense, Rubus fruticosus, Vicia Faba. Lens culinaris, Linum austriacum, Torilis Anthriscus, Aethusa Cynapium, Fraxinus excelsior (Kohle). Galeopsis Tetrahit, Labiate, Galium Mollugo, Viburnum Lantana, Valerianella dentata, Narbe von ?

Topfrest 42: Grasrest, Hordeum sp., Prunus spinosa, Sambucus nigra.

Topfrest 43: Chenopodium album, Ranunculus Lingua.

Topfrest 44: Grasrest, Triticum (Spelta?), Polygonum Convolvulus, Chenopodium album, Ranunculus Lingua, Schafmist.

Topfrest 45: Grasrest, Triticum Spelta, Hordeum sp., Salix sp. (Kohle), Alnus sp. (Kohle), Polygonum lapathifolium, Thlaspi arvense, Medicago lupulina, Fraxinus excelsior (Kohle), Valerianella olitoria.

Topfrest 46: Grasrest, Panicum miliaceum, Setaria italica, S. viridis, Triticum Spelta, Hordeum hexastichum sanctum, Chenopodium album, Papaver somniferum, Arenaria serpyllifolia (Kapsel), Thlaspi arvense, Potentilla sp., Medicago lupulina, Vicia Faba (viel), Pisum sativum, Lens culinaris (viel), Linum sp., Stachys annuus, Lycopus europaeus, Galium Aparine, G. palustre, Sambucus Ebulus, Valerianella dentata.

Topfrest 47: Grasrest, Triticum sp., Hordeum sp., Polygonum aviculare, Papaver somniferum, Thlaspi arvense, Aethusa Cynapium.

Topfrest 48: Setaria italica, Triticum Spelta, meist Hordeum sp., Corylus Avellana (Kohle), Polygonum aviculare, Fraxinus excelsior (Kohle).

Topfrest 49: Panicum miliaceum, Setaria italica, Triticum Spelta, Hordeum sp., Alnus glutinosa (Kohle), Polygonum aviculare, Medicago lupulina, Pisum sativum, Lens culinaris, Aethusa Cynapium, Stroh, Fliegentönnchen.

Topfrest 50: Grasrest, Panicum miliaceum, Setaria italica, Triticum Spelta, Chenopodium polyspermum, Ranunculus repens, Rubus sp., Linum austriacum, Stachys annuus, Galeopsis Tetrahit, Valerianella dentata.

Topfrest 51: Panicum miliaceum, Setaria italica, Triticum dicoccum, Tr. monococcum (Ährchen), Schœnoplectus lacustris, Polygonum Convolvulus, Rumex crispus, Chenopodium album, Ranunculus aquatilis, R. repens, Stellaria media, Fragaria vesca, Rubus fruticosus, Vicia hirsuta, Linum austriacum, Aethusa Cynapium, Anagallis arvensis, Fraxinus excelsior (Kohle), Lamium sp., Valerianella dentata.

Topfrest 52: Grasrest, Panicum miliaceum, Setaria italica, Triticum Spelta, Polygonum aviculare, P. Persicaria, Chenopodium album, Ranunculus Lingua, Papaver somniferum, Fragaria vesca, Vicia Faba s. Pisum, Lens culinaris, Aethusa Cynapium, Valerianella dentata.

Topfrest 53: Grasrest, Triticum sp., Rubus sp., Galium Mollugo.

Topfrest 54: Grasrest, Prunus Padus, Agrimonia Eupatoria, Schafmist.

Topfrest 55: Najas marina, Grasrest, Pyrus Malus, Rosa canina, Rubus fruticosus, Chenopodium album, Ranunculus Lingua, Aethusa Cynapium, Anagallis arvensis, Viburnum Lantana.

Topfrest 56: Panicum miliaceum, Setaria italica, Triticum dicoccum.

Topfrest 57: Nadelholzkohle, Grasrest, Panicum miliaceum, Setaria italica, Triticum compactum, Tr. dicoccum, Tr. monococcum, Tr. Spelta, Hordeum sp., Quercus sp., Polygonum Persicaria, Prunus Padus, Linum austriacum, Fraxinus excelsior (Kohle), Galium palustre, Valerianella dentata, V. olitoria.

Topfrest 60: Najas marina, Grasrest, Panicum miliaceum, Setaria viridis, Bromus secalinus, Triticum compactum, Tr. dicoccum, Tr. monococcum, Tr. Spelta (meist), Vicia Cracca, Vicia Faba, Pisum sativum, Lens culinaris, Rhinanthus Crista galli, Stachys annuus, Galium palustre.

Topfrest 61: Hordeum sp., Aethusa Cynapium.

Topfrest 62: Grasrest, Ranunculus sp.

Topfrest 63: Panicum miliaceum, Triticum dicoccum, Tr. Spelta (meist), Hordeum sp., Polygonum Persicaria, Ranunculus repens, Rubus fruticosus, Prunus spinosa, Linum sp., Aethusa Cynapium.

Topfrest 64: Faseriger Grasrest, Panicum miliaceum, Setaria italica, Avena fatua, Triticum sp., Hordeum sp., Corylus Avellana, Rubus fruticosus, Lens culinaris (meist), Mäusekot, Schafmist.

Topfrest 65: Panicum miliaceum, Setaria italica, Triticum dicoccum, Tr. Spelta, Hordeum sp., Corylus Avellana f. silvestris, Ranunculus sp., Pyrus Malus, Lens culinaris (meist), Pisum sativum, Linum austriacum, Torilis Anthriscus, Aethusa Cynapium, Galium palustre.

Topfrest 66: Najas marina, Grasrest, Panicum miliaceum, Triticum Spelta (meist), Hordeum sp., Pisum sativum, Lens culinaris, Galeopsis Tetrahit.

Topfrest 67: Faseriger Grasrest.

Topfrest 68: Faseriger Grasrest, Triticum sp., Labiate, Schnurstück, 7 durchlochte Scheibchen.

Topfrest 69: Faseriger Grasrest, Triticum sp., Linum austriacum.

Topfrest 70: Najas marina, Aethusa Cynapium, Fraxinus excelsior (Kohle).

Topfrest 71: Grasrest, Panicum miliaceum, Triticum dicoccum, Tr. Spelta, Hordeum sp., Getreidehalm, Vicia Faba, Pisum sativum, Lens culinaris (meist), Linum sp. (Stengel), Galeopsis Tetrahit, Galium Aparine, G. palustre, ?

Topfrest 72: Panicum miliaceum, Bromus sp.?, Triticum compactum, Tr. dicoccum, Tr. Spelta (meist), Hordeum sp., Polygonum aviculare, Thlaspi arvense, Rubus fruticosus, Vicia Faba, Vicia sp., Lens culinaris, Linum sp., Aethusa Cynapium, Lamium sp., Galium palustre, Valerianella dentata.

Topfrest 73: Potentilla sp., Prunus Padus.

Topfrest 74: Panicum miliaceum, Setaria viridis, Triticum Spelta (meist), Triticum sp., Brot, Hordeum sp., Carex sp., Vicia Faba, Lens culinaris, Galium palustre, Käfer.

Topfrest 75: Najas marina, Grasrest, Panicum miliaceum (viel), Triticum sp., Hordeum sp., Strohhalm, Lens culinaris, Linum sp.

Topfrest 76: Najas marina, Triticum dicoccum, Tr. Spelta, Hordeum sp., Carex sp., Schœnoplectus lacustris, Corylus Avellana, Prunus spinosa, Rubus fruticosus, Vicia Faba, Pisum sativum, Lens culinaris, Aethusa Cynapium, Labiate, Valerianella dentata, Bythinia tentaculata, Valvata piscinalis.

Topfrest 77: Faseriger Grasrest, Galium palustre.

Topfrest 79: Najas marina, Grasrest, Triticum sp., Hordeum sp., Schœnoplectus lacustris, Corylus Avellana, Rubus fruticosus, Prunus spinosa, Vicia sp., Aethusa Cynapium, Solanum Dulcamara, Galeopsis Tetrahit, Galium Aparine, Bythinia tentaculata, Valvata piscinalis, Fliegentönnchen.

Topfrest 80: Panicum miliaceum (meist), Triticum dicoccum, Pyrus Malus.

Topfrest 81: Najas marina, Grasrest, Triticum sp., Hordeum sp., Schœnoplectus lacustris, Vicia Faba, Pisum sativum, Lens culinaris, Galeopsis Tetrahit, Bythinia tentaculata, Valvata piscinalis.

Topfrest 82: Nadelholzkohle, Grasrest, Triticum sp., Quercus sp. (Kohle).

Topfrest 83: Grasrest, Triticum sp., Vicia Faba, Rubus fruticosus, Pyrus Malus, Aethusa Cynapium, Wurzelstock.

Topfrest 84: Grasrest, Corylus Avellana, Ranunculus Lingua, Galium palustre.

Topfrest 85: Grasrest, Triticum sp., Vicia Faba.

Topfrest 86: Panicum miliaceum, Triticum Spelta (meist), Hordeum sp.

Topfrest 87: Panicum miliaceum, Triticum dicoccum, Tr. Spelta, Hordeum sp., Getreidehalm, Corylus Avellana (Fruchtbecher), Vicia Faba, Pisum sativum, Aethusa Cynapium.

Topfrest 89: Najas marina, Panicum miliaceum, Triticum dicoccum, Corylus Avellana, Polygonum Convolvulus, Prunus Padus, Linum sp., Aethusa Cynapium, Galeopsis Tetrahit, Valerianella dentata.

Topfrest 90: Grasrest, Panicum miliaceum, Triticum (Spelta?), Polygonum Convolvulus, Rubus fruticosus, Lens culinaris, Ajuga reptans.

Topfrest 91: Najas marina, Panicum miliaceum, Triticum dicoccum, Corylus Avellana, Polygonum aviculare, Ranunculus Lingua, Rubus sp., Vicia Faba, Pisum sativum, Lens culinaris, Linum austriacum, Galium Aparine.

Topfrest 93: Grasrest.

Topfrest 94: Anomodon viticulosus, Leucodon sciuroides, Panicum miliaceum, Carex sp., Corylus Avellana, Ranunculus repens, Pyrus Malus, Rubus fruticosus, Pisum sativum, Aethusa Cynapium, Viburnum Lantana, Valerianella dentata.

Topfrest 95: Grasrest, Hordeum sp., Carex sp., Salix sp. (Kohle), Carpinus

Betulus (Kohle), Chenopodium album, Ranunculus repens, Papaver somniferum, Prunus Padus, Aethusa Cynapium, Galeopsis Tetrahit, Valerianella dentata.

Topfrest ?: Grasrest, Panicum miliaceum, Bromus secalinus, Triticum Spelta (meist), Vicia Cracca, Pisum sativum, Lens culinaris.

In den Topfresten treten somit folgende Arten auf: Anomodon viticulosus, Leucodon sciuroides, Nadelholz, Potamogeton perfoliatus, Najas marina, Grasrest, Panicum miliaceum, Setaria italica, S. viridis, Bromus secalinus, Bromus sp., Avena fatua, Triticum compactum, Tr. dicoccum, Tr. monococcum, Tr. Spelta, Hordeum hexastichum sanctum, Hordeum sp., Carex sp., Schœnoplectus lacustris, Corylus Avellana, C. A. f. oblonga, Alnus glutinosa, Alnus sp., Quercus sp., Salix sp., Carpinus Betulus, Polygonum aviculare, P. Convolvulus, P. dumetorum, P. Hydropiper, P. lapathifolium, P. Persicaria, Rumex crispus, Chenopodium album, Ch. polyspermum, Ranunculus aquatilis, R. Flammula, R. Lingua, R. repens, Thalictrum flavum, Papaver somniferum, Stellaria media, Arenaria serpyllifolia, Thlaspi arvense, Fragaria vesca, Pyrus Malus, Rosa canina, Rubus fruticosus, R. idaeus, Prunus Padus f. ovata et acuminata, Agrimonia Eupatoria, Potentilla sp., Acer sp., Medicago lupulina, Vicia Cracca, V. Faba, V. hirsuta, Pisum sativum, Lens culinaris, Linum austriacum, Hedera Helix, Torilis Anthriscus, Aethusa Cynapium, Fraxinus excelsior, Anagallis arvensis, Rhinanthus Crista galli, Solanum Dulcamara, Stachys annuus, Galeopsis Tetrahit, Lamium sp., Lycopus europaeus, Ajuga reptans, Labiate, Galium Aparine, G. Mollugo, G. palustre, Sambucus Ebulus, S. nigra, Valerianella dentata, V. olitoria, Scabiosa Columbaria, Cirsium arvense, Bidens tripartitus. — An tierischen Resten sind vertreten: Cristatella mucedo, Bythinia tentaculata, Valvata piscinalis, Erbsenstecher, Fliegentönnchen, Käfer, Schafmist, Mäusekot.

Zürich, im April 1918.

2. Pflanzenreste aus dem Pfahlbau Wollishofen.

Aus der der jüngeren Bronzezeit angehörenden Pfahlbaustation Wollishofen waren elf Arten bekannt[1]: *Polyporus australis, Panicum miliaceum, Corylus Avellana* var. *oblonga et silvestris, Fagus silvatica, Quercus* sp., *Chenopodium album, Pyrus Malus, Rubus* sp., *Prunus spinosa, Prunus Padus, Cornus sanguinea.* Mit den neuen Funden, deren Belege im botanischen Museum der Universität Zürich sich befinden, ist die Anzahl auf 54 Arten angewachsen. Es sind:

1. *Polyporus australis* Fr. ?, verkohlt.
2. *Pinus* sp., 1 Same.
3. *Potamogeton perfoliatus* L. 1 Früchtchen.
4. *Najas N. marina* L., 5 Früchte.
5. *Najas marina* var. *intermedia* (Wolfg.) Ascherson, 3 Früchte.
6. *Panicum miliaceum* L., verkohlt, zusammengebrannte Hirseklumpen; zum Teil sind die rispigen Verzweigungen der Fruchtstände deutlich erkennbar; ebenso ist das glatte Mittelfeld auf der Unterseite der Hirsekörner gut sichtbar. Etwa 20 grössere und viele kleinere Klumpen. Auch Hirsekuchen liegen vor.

---

[1] Neuweiler E.: Prähistorische Pflanzenreste Mitteleuropas p. 89.

7. *Triticum æstivum* L. ssp. *compactum* (Host), verkohlt, zahlreiche Körner, teilweise zu Klumpen zusammengebrannt.

8. *Triticum dicoccum* Schrank, verkohlt, zahlreiche Ährchen und Körner, zum Teil zu Klumpen zusammengebrannt.

9. *Triticum monococcum* L., verkohlt, ein Ährenstück mit wenigen Ährchen.

10. *Hordeum vulgare* L. [wohl ssp. *hexastichum* (L.), Ascherson], verkohlt, zahlreiche Körner, zum Teil zu Klumpen zusammengebrannt.

11. *Bromus secalinus* L., 8 Karyopsen, verkohlt.

12. *Trichoon Phragmites* (L.) Schinz und Thellung, ein Blattrest.

13. *Schœnoplectus lacustris* (L.) Palla, 2 Früchte.

14.—16. *Carex* sp., wenige Früchte, die drei verschiedenen Arten angehören.

17. *Salix* sp. (*caprea* L. ?), ein Rindenstückchen.

18. *Corylus Avellana* L. f. *oblonga* G. And., die langfrüchtige Haselnuss und f. *silvestris hort.*, die kurzfrüchtige Haselnuss. Ganze Schalen, daneben viele zerbrochene Schalenstücke. Drei Früchte sind vom Nussbohrer (*Balaninus nucum*) angebohrt.

19. *Fagus silvatica* L. 2 Cupulae.

20. *Quercus* sp. 2 Fruchtbecher und ein Kohlenstückchen.

21. *Polygonum aviculare* L., 1 Frucht.

22. „ *Convolvulus* L., 8 Früchte.

23. „ *lapathifolium* L., 2 Früchte.

24. „ *Persicaria* L., 2 Früchte.

25. *Chenopodium album* L., Samen.

26. *Stellaria aquatica* (L.) Scop. 2 Samen, verkohlt.

27. *Ranunculus Lingua* L., viele Früchtchen.

28. *Papaver somniferum* L. var., 1 Same, verkohlt.

29. *Pyrus Malus* L., 1 flaches Apfelstück und 2 Kerne verkohlt.

30. *Fragaria vesca* L., 6 Früchtchen.

31. *Rubus idaeus* L., 2 Früchtchen.

32. *Rubus fruticosus* L., 2 Früchtchen.

33. *Rosa canina* L., viele Früchtchen.

34. *Prunus Padus* L., wenige Steinkerne.

35. *Prunus spinosa* L., wenige Steinkerne.

36. *Vicia hirsuta* (L.) Koch, 1 Same, schwarz.

37. *Vicia Faba* L. var. *celtica nana* Heer, 1 Same, verkohlt.

38. *Pisum sativum* L., 1 Same, verkohlt.

39. *Lens culinaris* Medikus var. *microsperma*, 3 Samen, verkohlt.

40. *Linum* sp., Flachsstroh, verkohlt.

41. *Hedera Helix* L., 1 Same.
42. *Aethusa Cynapium* L., 10 Teilfrüchte.
43. *Cornus sanguinea* L., Steinkerne.
44. *Fraxinus excelsior* L., 1 Kohlenstückchen.
45. *Galeopsis Tetrahit* L., 10 Teilfrüchte.
46. *Stachys silvaticus* L., 6 Teilfrüchte.
47. *Lamium purpureum* L., 1 Teilfrucht.
48. *Solanum Dulcamara* L., 1 Same.
49. *Galium Aparine* L., 1 Früchtchen, schwarz.
50. *Sambucus nigra* L., 2 Samen.
51. " *Ebulus* L., 1 Same.
52. *Valerianella dentata* Pollich, viele Früchte.
53. " *olitoria* (L.) Poll., 2 Früchte.
54. *Cirsium* sp., Achänen.

Der Pfahlbau kleiner Hafner Zürich (mittlere Bronze) ergab früher *Corylus Avellana*, *Fagus silvatica*, *Quercus* sp.; dazu sind hinzugekommen: *Pyrus Malus* (1 Apfelkern), *Rubus idaeus* und *Rubus fruticosus* (viele Früchtchen), *Prunus Padus* (2 Steinkerne).

Der Pfahlbau Grosser Hafner Zürich (mittlere Bronze) ergab: *Triticum aestivum* L. ssp. *compactum* (Körner), *Corylus Avellana* lang- und kurzfrüchtig, *Fagus silvatica* (2 Cupulae), *Rubus* sp.

3. Pflanzenreste einer interglazialen Torfprobe von Niederweningen (Zürich).

Bei den Meliorationsarbeiten von Niederweningen im Kanton Zürich, die im Frühling 1918 ausgeführt wurden, erhielt Herr Professor Dr. Hans Schinz eine Torfprobe, die er mir zur genaueren Betrachtung übermittelte. Das Torfstück stellt einen Fasertorf dar, der als Moostorf bezeichnet werden kann; denn in der Probe treten Moose, Laub- und Lebermoose, als Hauptbestandteile auf. Bevor eine grössere Menge Material zur Untersuchung herbeigezogen werden konnte, war der Graben wieder zugeschüttet. Es ist dies sehr zu bedauern; denn der Lage nach wird es sich um interglaziale Reste handeln.

Nach einer brieflichen Mitteilung von Herrn Professor Schinz befand sich die Torfschicht in einer Tiefe von 5,20 m, bedeckt von einer Grundmoränenschicht.

Die genauere Untersuchung hat durch Aufschwemmen und Vergleichen mit rezentem Material eine grössere Anzahl von Pflanzensämereien ergeben. Bei der mikroskopischen Prüfung konnten neben allerlei organischem Detritus Pilzfäden, *Pediastrum Boryanum*, Laubmoose und Torfmoosblätter, sowie an tierischen Resten ein Ei von Nephelis, Chitinhüllen und eine Schmetterlingsschuppe erkannt werden. Für die Bestimmung der Moose bin ich Herrn Charles Meylan in La Chaux bei Ste. Croix, der in zuvorkommender, mühevoller Arbeit anderthalb Dutzend Arten bestimmt hat, zu grossem Dank verpflichtet.

Die Reichhaltigkeit der kleinen Torfprobe lässt deutlich ein Gemisch von Sumpf- und Moorpflanzen erkennen, in dem die Astmoose dominieren, aber auch die Lebermoose regen Anteil nehmen. Entsprechend dem Rasenmoorcharakter tritt in Tümpeln und Wasserlöchern eine Sumpfvegetation auf, in der Laichkräuter, Wasserranunkeln, Seerosen, Seeflechtbinsen, Binsenschneiden, Seggen und Armleuchter die Hauptkonstituenten bilden. Daneben gedeihen seltene Arten, wie *Meesea Albertini;* auch *Metzgeria furcata* tritt, wohl an der Rinde der anspruchslosen Kiefer, auf. Hollunder mag ins Moor verschleppt worden sein.

An Pflanzenarten, deren Belege im botanischen Museum der Universität Zürich sich befinden, sind vertreten:

a) Algen.

1. *Pediastrum Boryanum* Men., einmal mikroskopisch erkannt.

2. *Chara* sp., Armleuchter, zahlreiche Oosporen.

b) Pilze.

3. *Cenococcum geophilum* Fr., kleine kugelige Körnchen eines mangelhaft bekannten Pilzes. — Daneben finden sich auch verschiedene Pilzfäden.

c) Moose.

4. *Gymnocolea inflata* (Huds.) Dum.

5. *Lophozia incisa* (Schrad.) Dum., wächst auf Torf, an nicht aufgewühlten Stellen.

6. *Lophozia ventricosa* (Dicks.) Dum.

7. *Metzgeria furcata* Dum. Dieses Lebermoos, dessen Bestimmung nach Meylan zweifellos richtig ist, wächst an Baumstämmen oder kieseligen Felsen.

Nr. 4—7 sind Lebermoose, welche Pflanzengruppe von Meylan zum ersten Male in subfossilem Torf konstatiert wurde.

8. (*Hypnum*) *Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb.
9. „ „ *trifarium* (Schimp.) Kindb.
10. „ *Drepanocladus exannulatus* (Gümb.) Warnst.
11. „ „ *fluitans* (L.) Warnst.

12. *(Hypnum) Dreplanocladus intermedius* (Lindb.) Warnst.

13. „ „ *revolvens* (Sw.) Warnst.

14. „ „ *Sendtneri* Schimp.

15. *Camptothecium nitens* (Schreb.) Bryol. eur.

16. *Campylium stellatum* (Schreb.) Bryol. eur.

17. *Meesea Albertini* (Albert) Bryol. eur., bis jetzt in der Schweiz weder lebend noch subfossil nachgewiesen. Die südlichsten Vorkommnisse liegen in Bayern.

18. *Meesea trichoides* (L.) Spruce.

19. *Paludella squarrosa* (L.) Brid., zum erstenmal subfossil.

20. *Sphagnum recurvum* Pall.

21. „ sp.

d) Blütenpflanzen.

22. *Pinus* sp., Kiefer. Kleine Holzstückchen, deren äussere Markstrahlzellen typische Lochtüpfel aufweisen, wurden mikroskopisch bestimmt.

23. *Potamogeton compressus* L. Von diesem in stehenden und langsam fliessenden Gewässern recht selten auftretenden Laichkraute liegen zahlreiche Früchtchen vor.

24. *Potamogeton perfoliatus* L., das jetzt häufig ist, hat ziemlich viel Früchtchen ergeben.

25. *Schœnoplectus lacustris* (L.) Palla, jetzt häufig, nur in einer Frucht.

26. *Mariscus Cladium* (Sw.) O. Kuntze, jetzt häufig, in einer Frucht.

27. u. 28. *Carex*, sp., kleinfrüchtige Seggen zweier Arten, in vielen Früchten.

29. *Ranunculus aquatilis* L. *sensu coll.*, wenige Früchtchen.

30. *Nymphaea alba* L. f. *microcarpa*, vier Samen.

31. *Myriophyllum verticillatum* L., in zwei glatten Teilfrüchten.

32. *Menyanthes trifoliata* L., ziemlich viele Samen.

33. *Sambucus nigra* L., ein Same.

Über Kreis- und Kugelsehnen.

Von

A. Kiefer (Zürich).

(Mit 2 Textfiguren.)

(Als Manuskript eingegangen am 26. Oktober 1918.)

I.

1. In einem Kreis mit dem Mittelpunkt A und dem Radius r_1 seien zwei zu einander rechtwinklige Sehnen s_1, s_2 gezogen. Sind ihre Abstände vom Mittelpunkt des Kreises x, y und ist der Abstand des Sehnenschnittpunktes B vom Kreismittelpunkt A gleich d, so ist

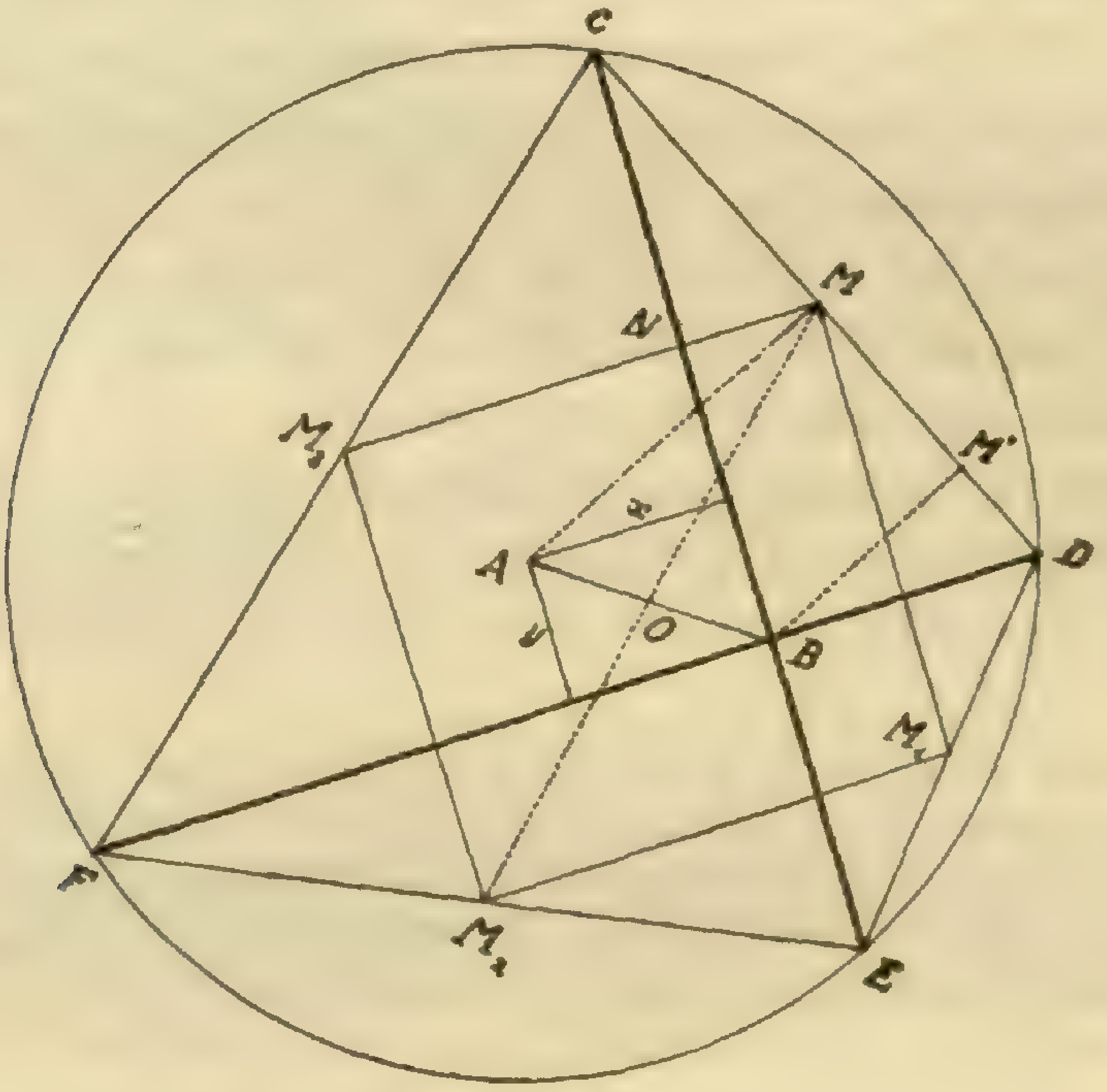


Fig. 1.

$$s_1^2 + s_2^2 = 4\,(r_1^2 - x^2 + r_1^2 - y^2) = 4\,(2\,r_1^2 - d^2) = s;$$

dabei bedeutet $4\,(2\,r_1^2 - d^2) = s$ die negativ genommene vierfache Potenz des Punktes B in bezug auf den zum gegebenen Kreis konzentrischen Kreis vom Radius $r_1\sqrt{2}$, d. h.:

Dreht man in einem Kreis ein rechtwinkliges Sehnenpaar um den Schnittpunkt B der zwei Sehnen, so bleibt die

Summe der Quadrate der beiden Sehnen konstant, nämlich gleich der vierfachen negativen Potenz des Punktes B in bezug auf einen konzentrischen Kreis vom Radius $r_1\sqrt{2}$.

Hat man zwei Kreise mit den Radien r_1, r_2, so ist der Ort eines Punktes B von der Eigenschaft, dass die Summe der Quadrate irgend zweier rechtwinkliger Sehnen durch B für beide Kreise gleiche Grösse hat, eine gerade Linie, nämlich die Potenzlinie der zu den zwei Kreisen konzentrischen Kreise mit den Radien $r_1\sqrt{2}$, $r_2\sqrt{2}$. Hat man drei Kreise mit den Radien r_1, r_2, r_3, so gibt es einen Punkt derart, dass die Summe der Quadrate irgend zweier rechtwinkliger Sehnen durch den Punkt für alle drei Kreise gleich gross ist, nämlich der Potenzpunkt der zu den drei Kreisen konzentrischen Kreise mit den Radien $r_1\sqrt{2}$, $r_2\sqrt{2}$, $r_3\sqrt{2}$. Legt man durch diesen Punkt an die drei gegebenen Kreise die Tangentenpaare und zieht durch den Punkt zu jedem Tangentenpaar die rechtwinkligen Sehnen in dem zugehörigen Kreis, so entstehen in jedem Kreis zwei Sehnen und diese sechs Sehnen haben gleiche Länge.[1])

2. Hält man den Punkt B fest und bewegt den Mittelpunkt A eines Kreises auf einer Geraden durch B und lässt den Radius des Kreises veränderlich sein, verlangt aber, dass s, d. i. die Summe der Quadrate zweier rechtwinkliger Kreissehnen durch B, für alle Kreise denselben Wert haben soll, so muss $2\,r_1^2 - d^2$ konstant sein, d. h.:

Der Ort der Endpunkte der auf der Geraden senkrechten

---

[1]) Diese Sätze geben noch zu andern Sätzen Anlass. Hat man zwei Kreise, so ist der Ort des Punktes B so, dass für ihn die zu den zwei Kreisen gehörigen Werte von s, etwa s', s'', eine konstante Differenz $s' - s''$ haben, eine gerade Linie. Soll $s' : s''$ oder $\alpha s' + \beta s''$, wo α, β konstante Zahlenfaktoren bedeuten, konstant sein, so ist der Ort von B ein Kreis; ebenso bei beliebig vielen Kreisen, wenn $\alpha s' + \beta s'' + \gamma s''' + \dots$ konstant sein soll. Schreibt man die Gleichung

$$s_1^2 + s_2^2 = 4\,(2\,r_1^2 - d^2)$$

in der Form

$$\left(\frac{s_1}{2\,r_1}\right)^2 + \left(\frac{s_2}{2\,r_1}\right)^2 = 2 - \left(\frac{d}{r_1}\right)^2$$

und denkt man sich den Kreis auf irgend eine Ebene parallel projiziert, so geht die Gleichung über in

$$\left(\frac{s_1'}{2\,\mathrm{a}_1}\right)^2 + \left(\frac{s_2'}{2\,\mathrm{b}_1}\right)^2 = 2 - \left(\frac{d'}{\mathrm{c}_1}\right)^2;$$

dabei sind s_1', s_2' zwei Ellipsensehnen, die zu zwei konjugierten Durchmessern $2\,\mathrm{a}_1$, $2\,\mathrm{b}_1$ parallel laufen, d' ist der Abstand des Sehnenschnittpunktes vom Mittelpunkt der Ellipse und c_1 ist der auf d' fallende Halbmesser der Ellipse.

$$\left(\frac{s_1'}{2\,\mathrm{a}_1}\right)^2 + \left(\frac{s_2'}{2\,\mathrm{b}_1}\right)^2 \textbf{ bleibt konstant.}$$

Kreisdurchmesser ist eine Hyperbel und daher ist auch die Enveloppe dieser Kreise eine Hyperbel. Der Asymptotenwinkel ist unabhängig von der Grösse der konstanten Summe.

Hält man den Punkt B fest und wählt man auf dem Kreis einen festen Punkt Q, so gibt es durch Q unendlich viele Kreise derart, dass die Summe der Quadrate irgend zweier rechtwinkliger Sehnen durch B für alle Kreise denselben Wert hat. Welches ist der Ort des Kreismittelpunktes und was für eine Enveloppe haben die Kreise? Es muss $2\,r_1^2 - d^2 = 2\,\overline{AQ}^2 - \overline{AB}^2$ konstant bleiben; aber wenn man BQ um sich selber über Q hinaus bis B' verlängert, so folgt

$$\overline{AB}^2 + \overline{AB'}^2 = 2\,\overline{AQ}^2 + 2\,\overline{QB'}^2,$$
$$2\,\overline{AQ}^2 - \overline{AB}^2 = \overline{AB'}^2 - 2\,\overline{QB'}^2;$$

es muss also AB' konstant bleiben. Verschiebt man A auf dem dadurch bestimmten Kreis um unendlich wenig nach A', so schneiden sich die zwei Kreise durch Q mit den Mittelpunkten A, A' ausser in Q noch in dem Gegenpunkt von Q in bezug auf AA', d. h.:

Zieht man durch einen festen Punkt B irgend zwei auf einander senkrecht stehende Geraden und wählt noch einen festen Punkt Q, so ist der Ort für den Mittelpunkt A aller Kreise durch Q, die auf den zwei Geraden durch B zwei Sehnen begrenzen, für welche die Summe ihrer Quadrate eine gegebene Grösse hat, ein Kreis, dessen Mittelpunkt B' gefunden wird, indem man BQ um sich selber über Q hinaus verlängert. Die Enveloppe dieser Kreise ist der Ort des Gegenpunktes von Q in bezug auf die Tangenten des Ortskreises von A. Ändert man die Grösse der konstanten Summe, so haben die verschiedenen Ortskreise von A den gemeinsamen Mittelpunkt B'. Wählt man ausser Q noch einen andern Punkt Q_1, so schneidet die Mittelsenkrechte von QQ_1 den Ortskreis von A in zwei Punkten, d. h. es gibt durch zwei Punkte Q, Q_1 zwei Kreise derart, dass sie auf irgend zwei durch B gehenden rechtwinkligen Geraden Sehnen begrenzen, für welche die Summe der Quadrate gleiche und gegebene Grösse hat.

Hält man wieder B fest, wählt eine Gerade g und sucht die Kreise, welche g berühren, so dass die Summe der Quadrate irgend zweier rechtwinkliger Sehnen durch B für jeden Kreis denselben gegebenen Wert hat, so muss $2\,r_1^2 - d^2$ konstant sein; r_1 bedeutet das Lot von A auf die Gerade g, d ist der Abstand des Punktes A von dem festen Punkte B. Die Bedingung sagt aus:

Es gibt unendlich viele derartige Kreise und der Ort ihrer Mittelpunkte ist eine gleichseitige Hyperbel. Die Enveloppe der Kreise ist zugleich die Enveloppe der zu g in bezug auf die Tangenten der Hyperbel symmetrischen Geraden. Ist ausser g noch eine andere Gerade g_1 gegeben, so gibt es vier derartige Kreise, die g, g_1 berühren; und ist ausser g noch ein Punkt Q gegeben, so gibt es vier derartige Kreise, welche g berühren und durch Q gehen.

3. Zu den aufgestellten Sätzen gibt es andere Sätze, die zu ihnen in gewissem Sinne dual sind.

Ein Kreis habe den Radius r_1 und durch den Mittelpunkt O_1 seien zwei zu einander senkrechte Geraden gezogen, die eine feste Gerade g in A_1, A_2 schneiden. Die Tangentenpaare von diesen Punkten A_1, A_2 an den Kreis mögen die Winkel α_1, α_2 bilden. Dann ist

$$\sin\frac{\alpha_1}{2} = \frac{r_1}{OA_1}, \quad \sin\frac{\alpha_2}{2} = \frac{r_1}{OA_2};$$

bezeichnet man das Lot von O_1 auf die Gerade g mit l_1 und den Winkel zwischen l_1 und O_1A_1 mit φ, so ist

$$l_1 = O_1A_1 \cos\varphi, \quad l_1 = O_1A_2 \sin\varphi, \text{ also}$$

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}^2} + \frac{1}{\overline{O_1A_2}^2} = \frac{1}{l_1^2} \text{ und}$$

$$\sin\frac{{}^2\alpha_1}{2} + \sin\frac{{}^2\alpha_2}{2} = \frac{r_1^2}{l_1^2} = \sigma, \text{ d. h.:}$$

Zieht man von irgend einem Punktepaar auf einer Geraden g, das vom Mittelpunkt eines Kreises unter rechtem Winkel erscheint, die Tangentenpaare an den Kreis und bezeichnet ihre Winkel mit α_1, α_2, so bleibt

$$\sin\frac{{}^2\alpha_1}{2} + \sin\frac{{}^2\alpha_2}{2} = \frac{r_1^2}{l_1^2} = \sigma$$

konstant. Hat man zwei Kreise mit den Radien r_1, r_2 und frägt man nach allen Geraden, so dass σ für beide Kreise gleich gross ist, so muss $\frac{r_1}{l_1} = \frac{r_2}{l_2}$ sein, d. h. die Geraden bilden die Büschel um den einen oder andern Ähnlichkeitspunkt der zwei Kreise als Scheitel. Hat man drei Kreise, so gibt es vier Geraden, nämlich die vier Ähnlichkeitsachsen und für jede derselben hat σ für alle drei Kreise denselben Wert.

Wenn eine feste Gerade g und ein fester Punkt Q gegeben sind, so kann man nach allen Kreisen durch Q fragen, so dass für die feste Gerade g die Grösse σ für alle Kreise denselben Wert hat; es muss $\frac{r_1}{l_1}$ konstant sein, d. h.:

Der Ort für die Mittelpunkte aller dieser Kreise ist ein Kegelschnitt mit Q als Brennpunkt und g als zugehöriger Leitlinie. Soll der Kreis ausser durch Q noch durch einen andern gegebenen Punkt Q_1 gehen, so schneidet die Mittelsenkrechte von Q, Q_1 den Kegelschnitt in den Mittelpunkten gesuchter Kreise, deren es also zwei gibt. Durch diese zwei Punkte gehen die zu Q und Q_1 gehörigen zwei Kegelschnitte; dieselben liegen ähnlich.

Ist wieder g gegeben und soll der gesuchte Kreis eine gegebene Tangente t_1 haben, so muss $\frac{r_1}{l_1}$ konstant bleiben, wobei r_1 den Abstand des Kreismittelpunktes von t_1 und l_1 denjenigen von g bedeutet, d. h.:

Der Ort des Kreismittelpunktes ist ein Geradenpaar durch den Schnittpunkt von g, t_1.

Ist wieder g gegeben und soll der Kreis zwei gegebene Tangenten t_1, t_2 haben, so gibt es vier gesuchte Kreise, deren Mittelpunkte die Schnittpunkte der zu g, t_1 und g, t_2 gehörigen Geradenpaare sind.

Ist wieder g gegeben und soll der gesuchte Kreis durch einen gegebenen Punkt Q gehen und ausserdem eine gegebene Tangente t_1 haben, so gibt es vier Kreise; ihre Mittelpunkte sind die Schnittpunkte des zu Q, g gehörigen Kegelschnittes mit dem zu g, t_1 gehörigen Geradenpaar.

Die Ergebnisse lassen eine kleine, scheinbare Erweiterung zu. Durch die Punkte A_1, A_2 auf g lege man an den Kreis nicht Tangentenpaare, sondern Paare von Geraden, die den Kreis unter einem gegebenen Winkel φ schneiden. Es bleibt

$$\sin^2\frac{\alpha_1}{2}+\sin^2\frac{\alpha_2}{2}=\frac{r_1^2\cos^2\varphi}{l_1^2}$$

konstant, wenn das Punktepaar A_1, A_2 auf g sich ändert, so dass $\sphericalangle A_1 O_1 A_2 = 90^\circ$ bleibt. U. s. w.

Bezeichnet man die Winkel, den die beiden Geraden des Linienpaares durch A_1 mit g einschliessen, mit δ, ε, so ist

$$\sin\frac{\delta-\varepsilon}{2}=\frac{r_1\cos\varphi}{O_1 A_1},\quad \sin\frac{\delta+\varepsilon}{2}=\frac{l_1}{O_1 A_1};$$

also $$\sin\frac{\delta-\varepsilon}{2}:\sin\frac{\delta+\varepsilon}{2}=r_1\cos\varphi:l_1,$$ d. h.:

Bewegt man A_1 auf einer Geraden und legt von A_1 durch einen festen Kreis Linienpaare, deren Geraden den Kreis unter dem konstanten Winkel φ schneiden, so bleibt

$$\sin\frac{\delta-\varepsilon}{2}:\sin\frac{\delta+\varepsilon}{2}=r_1\cos\varphi:l_1$$

konstant. In dem speziellen Falle, wo die Linienpaare zu Tangentenpaaren des Kreises werden, ist $\varphi = O$ und das konstante Verhältnis hat den Wert $r_1 : l_1$.

Dieser letztere Fall enthält die duale Form für den Satz über die Potenz eines Punktes in bezug auf einen Kreis. Aus der Proportion folgt nämlich

$$\left(\sin\frac{\delta-\varepsilon}{2}+\sin\frac{\delta+\varepsilon}{2}\right):\left(\sin\frac{\delta-\varepsilon}{2}-\sin\frac{\delta+\varepsilon}{2}\right)=(r_1+l_1):(r_1-l_1),$$

$$\operatorname{tg}\frac{\delta}{2}\cdot\operatorname{cotg}\frac{\varepsilon}{2}=\frac{l_1+r_1}{l_1-r_1}.$$

Bewegt man den Punkt A_1 auf einer Geraden g, legt von A_1 an einen festen Kreis Tangenten und bezeichnet die Winkel zwischen g und den Tangenten mit δ, ε, so bleibt das Produkt $\operatorname{tg}\frac{\delta}{2}\cdot\operatorname{cotg}\frac{\varepsilon}{2}$ konstant[1]).

Die beiden Gleichungen

$$\sin\frac{\delta-\varepsilon}{2}:\sin\frac{\delta+\varepsilon}{2}=r_1:l_1$$

$$\operatorname{tg}\frac{\delta}{2}\operatorname{cotg}\frac{\varepsilon}{2}=(l_1+r_1):(l_1-r_1)$$

lassen sich auf die Kugel übertragen. Liegt auf einer Kugel ein Kreis mit dem sphärischen Radius r_1 und dem sphärischen Mittelpunkt O_1, und zieht man von einem Punkt A_1, auf einem festen Grosskreis, berührende Grosskreise an den Kreis r_1, so ist, wenn l_1 das sphärische Lot von O_1 auf den Grosskreis bedeutet, und δ, ε die Winkel zwischen dem Grosskreis und den berührenden Grosskreisen sind:

$$\sin\frac{\delta-\varepsilon}{2}=\frac{\sin r_1}{\sin O_1A_1},\quad\sin\frac{\delta+\varepsilon}{2}=\frac{\sin l_1}{\sin O_1A_1},$$ also

---

[1]) L. Crelier. Puissance d'une droite par rapport à un cercle. — Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 1916, II. Teil, S. 94.

$$\sin\frac{\delta-\varepsilon}{2} : \sin\frac{\delta+\varepsilon}{2} = \sin r_1 : \sin l_1 \text{ und}$$

$$\operatorname{tg}\frac{\delta}{2}\cdot\operatorname{cotg}\frac{\varepsilon}{2} = (\sin l_1 + \sin r_1) : (\sin l_1 - \sin r_1). —$$

Hat man eine Kugel vom Radius R und im Abstande l vom Kugelmittelpunkt eine Ebene, so kann man durch irgend eine Gerade g der Ebene an die Kugel Tangentialebenen legen. Sind δ, ε die Winkel zwischen der Ebene und je einer Tangentialebene und ist d das Lot vom Kugelmittelpunkt auf die Gerade g, so wird

$$\sin\frac{\delta-\varepsilon}{2} = \frac{R}{d},\ \sin\frac{\delta+\varepsilon}{2} = \frac{l}{d};\text{ also}$$

$$\sin\frac{\delta-\varepsilon}{2} : \sin\frac{\delta+\varepsilon}{2} = R : l \text{ und}$$

$$\operatorname{tg}\frac{\delta}{2}\cdot\operatorname{cotg}\frac{\varepsilon}{2} = \frac{l+R}{l-R}.$$

Für jede Gerade der Ebene bleibt das Verhältnis $\sin\frac{\delta-\varepsilon}{2} : \sin\frac{\delta+\varepsilon}{2}$ konstant und ebenso das Produkt $\operatorname{tg}\frac{\delta}{2}\operatorname{cotg}\frac{\varepsilon}{2}$.

Hat man zwei Kugeln, so ist das Verhältnis $\sin\frac{\delta-\varepsilon}{2} : \sin\frac{\delta+\varepsilon}{2}$ für beide Kugeln dasselbe und ebenso das Produkt $\operatorname{tg}\frac{\delta}{2}\cdot\operatorname{cotg}\frac{\varepsilon}{2}$, wenn die Ebene durch den einen oder andern Ähnlichkeitspunkt der zwei Kugeln geht. Bei drei oder vier Kugeln gilt das analoge, wenn die Ebene beziehungsweise durch eine der vier Ähnlichkeitsachsen der drei Kugeln hindurchgeht, oder mit einer der acht Ähnlichkeitsebenen der vier Kugeln zusammenfällt.

4. Die bisher aufgestellten Sätze lassen eine Verallgemeinerung durch Übertragung auf eine Kugel zu.

Auf einer Kugel liege ein Kreis mit dem sphärischen Radius r_1 und durch einen Punkt im sphärischen Abstand d vom Mittelpunkt des Kreises seien zwei zu einander senkrechte Grosskreise gezogen, auf denen der Kreis zwei sphärische Sehnen s_1, s_2 begrenzt. Dann ist, wenn x, y die sphärischen Lote vom Kreismittelpunkt auf die Sehnen bedeuten, $\cos r_1 = \cos x \cos\frac{s_1}{2}$, $\cos r_1 = \cos y \cos\frac{s_2}{2}$;

ferner ist, wenn φ den Winkel zwischen s_1 und d bezeichnet,

$$\sin x = \sin d \sin \varphi, \ \sin y = \sin d \cos \varphi. \quad \text{Also}$$

$$\sin^2 x + \sin^2 y = \sin^2 d,$$

$$1 - \frac{\cos^2 r_1}{\cos^2 \frac{s_1}{2}} + 1 - \frac{\cos^2 r_1}{\cos^2 \frac{s}{2}} = \sin^2 d,$$

$$\frac{2 - \sin^2 d}{\cos^2 r_1} = \frac{1}{\cos^2 \frac{s_1}{2}} + \frac{1}{\cos^2 \frac{s_2}{2}}, \ \operatorname{tg}^2 \frac{s_1}{2} + \operatorname{tg}^2 \frac{s_2}{2} = \frac{2 \sin^2 r_1 - \sin^2 d}{\cos^2 r_1}, \ \text{d. h.:}$$

Zieht man durch einen Kreis auf einer Kugel zwei zu einander senkrechte sphärische Grosskreissehnen s_1, s_2, so bleibt $\operatorname{tg}^2 \frac{s_1}{2} + \operatorname{tg}^2 \frac{s_2}{2}$ konstant, wenn das Sehnenpaar um seinen Schnittpunkt herum gedreht wird.

Durch den sphärischen Mittelpunkt O_1 des Kreises r_1 lege man zwei zu einander senkrechte Grosskreise, welche einen festen Grosskreis in A_1, A_2 schneiden. Die von A_1, A_2 an den Kreis r_1 gehenden berührenden Grosskreispaare mögen die Winkel α_1, α_2 einschliessen;

dann ist $\sin \frac{\alpha_1}{2} = \frac{\sin r_1}{\sin O_1 A_1}$, $\sin \frac{\alpha_2}{2} = \frac{\sin r_1}{\sin O_1 A_2}$.

Ist das sphärische Lot von O_1 auf den festen Grosskreis l und bezeichnet φ den Winkel zwischen l und $O_1 A_1$, so hat man

$$\sin l = \sin O_1 A_1 \cdot \cos \varphi, \ \sin l = \sin O_1 A_2 \sin \varphi; \ \text{also}$$

$$\frac{\sin^2 l}{\sin^2 O_1 A_1} + \frac{\sin^2 l}{\sin^2 O_1 A_2} = 1,$$

$$\sin^2 \frac{\alpha_1}{2} + \sin^2 \frac{\alpha_2}{2} = \frac{\sin^2 r_1}{\sin^2 l}, \quad \text{d. h.:}$$

Hat man auf einer Kugel einen Kreis r_1 und einen Grosskreis, legt durch den sphärischen Mittelpunkt des erstern zwei rechtwinklige Grosskreise und von ihren Schnittpunkten A_1, A_2 mit dem Grosskreis Tangentenpaare an den Kreis r_1, welche die Winkel α_1, α_2 einschliessen mögen, so bleibt $\sin^2 \frac{\alpha_1}{2} + \sin^2 \frac{\alpha_2}{2} = \frac{\sin^2 r_1}{\sin^2 l}$ konstant für alle derartigen Punktpaare A_1, A_2.

Analog die Folgerungen.

5. In diesem Abschnitt soll die Figur noch etwas näher betrachtet werden, die entsteht, wenn man bei einem Kreis (A), r_1 durch einen festen Punkt B alle möglichen rechtwinkligen Sehnenpaare zieht und

die Endpunkte verbindet[1]) (s. Abb. 1). CE, DF sei ein solches Sehnenpaar. Die Mitten M, M_1, M_2, M_3 der Seiten des Viereckes $CDEF$ bilden ein Rechteck, dessen Seiten beziehungsweise parallel zu den zwei Sehnen und halb so gross sind. Die Mitte von EC hat von B den Abstand $\frac{BC - BE}{2}$ und liegt auf der Parallelen durch A zu FD; die Mittelparallele von MM_3 und M_1M_2 hat von B den Abstand $\frac{1}{2}\frac{BC - BE}{2}$ und geht durch die Mitte O von AB. Ebenso geht die Mittelparallele von MM_1 und M_3M_2 durch O. Der Punkt O ist also Mittelpunkt des Rechteckes $MM_1M_2M_3$. Da $\overline{DF}^2 + \overline{CE}^2 = 4(2r_1^2 - d^2)$ konstant bleibt, so bleibt auch $\overline{MM_3}^2 + \overline{M_3M_2}^2 = 2r_1^2 - d^2$ konstant, d. h.:

Das Rechteck $MM_1M_2M_3$ ist einem festen Kreise mit dem Mittelpunkte O und dem Radius $\frac{1}{2}\sqrt{2r_1^2 - d^2}$ einbeschrieben. Dem gleichen Kreise gehören die Fusspunkte $M^1, M_1^1, M_2^1\ M_3^1$ der Lote von B auf die Seiten des Viereckes $CDEF$ an.

Weil nämlich O die Mitte von AB und AM senkrecht CD ist, so ist $OM = OM^1$ und ebenso für die andern Fusspunkte $OM_1 = OM_1^1$, $OM_2 = OM_2^1$, $OM_3 = OM_3^1$. Da CD senkrecht AM und $OM = \frac{1}{2}\sqrt{2r_1^2 - d^2}$ konstant bleibt, so folgt:

Das Viereck $CDEF$ ist stets der Ellipse mit den Brennpunkten A, B und der halben grossen Achse $\frac{1}{2}\sqrt{2r_1^2 - d^2}$ umschrieben.

Die zu B gehörige Leitlinie hat von O den Abstand $\frac{r_1^2}{d} - \frac{d}{2}$ und ist daher die Polare von B in bezug auf den Kreis (A), r_1.

Die Mitte N von BC beschreibt den Kreis mit dem Mittelpunkte O und dem Radius $ON = \frac{AC}{2} = \frac{r_1}{2}$; dabei ist MM_3 senkrecht BN, d. h.:

Die Seiten des Rechteckes $MM_3M_2M_1$ umhüllen die Ellipse mit A, B als Brennpunkten und $\frac{r_1}{2}$ als halber grosser Achse. Die Grösse der letzteren ist also von der Lage von B unabhängig.

---

[1]) J. Steiners Vorlesungen über die synthetische Geometrie. Erster Teil, bearbeitet von Dr. C. F. Geiser, Die Theorie der Kegelschnitte in elementarer Darstellung, 3. Auflage (Leipzig, B. G. Teubner), S. 59.

Legt man in C, D, E, F Tangenten an den Kreis (A), r_1, so bewegen sich ihre Schnittpunkte als Pole von CD, DE, EF, FA in bezug auf den Kreis und liegen daher auf der Polarfigur der Ellipse, die von den Seiten des Viereckes $CDEF$ umhüllt wird.

Diese Polarfigur ist ein Kreis.

A ist nämlich Brennpunkt der Ellipse und die Pole seiner Tangenten an die Ellipse sind die imaginären Kreispunkte. Bezeichnet man übrigens den Schnittpunkt der Tangenten in C, D an den Kreis (A), r_1 mit M^*, so ist $AM \cdot AM^* = r_1^2$, d. h.: Der Ort von M^* ist der Kreis, der entsteht, wenn man den Kreis (O), $\frac{1}{2}\sqrt{2\,r_1^2 - d^2}$ in bezug auf den Kreis (A), r_1, als Grundkreis nach dem Prinzip der reziproken Radien transformiert.

Die Tangenten in C, D, E, F an den Kreis (A), r_1 bilden also Vierecke, die diesem Kreis umschrieben und einem andern Kreis eingeschrieben sind.

Die Figur ändert sich, wenn B sich ändert. Kommt B auf den Kreis (A), r_1 zu liegen, so reduziert sich die Ellipse, welche das Viereck $CDEF$ umhüllt auf die Strecke AB. Fällt B ausserhalb des Kreises, aber innerhalb des Kreises (A), $r_1\sqrt{2}$, so umhüllt das Viereck $CDEF$ eine Hyperbel; fällt B auf den letztern Kreis, so wird die Hyperbel zum zusammenfallenden Linienpaar und liegt B ausserhalb des Kreises, so wird $CDEF$ und auch der Umhüllungskegelschnitt imaginär. Setzt man an die Stelle des Kreises (A), r_1 eine gerade Linie, so umhüllt das Viereck $CDEF$ eine Parabel.

Schneidet die Parallele durch F zu EC den Kreis (A), r_1 in F', so geht $F'D$ durch A und es ist $CF' = EF$, d. h.:

Unabhängig von B ist

$$\overline{EF}^2 + \overline{CD}^2 = 4\,r_1^2,\ \overline{DE}^2 + \overline{FC}^2 = 4\,r_1^2,$$
$$\overline{EF}^2 + \overline{FC}^2 + \overline{CD}^2 + \overline{DE}^2 = 8\,r_1^2,$$
$$\overline{BC}^2 + \overline{BD}^2 + \overline{BE}^2 + \overline{BF}^2 = 4\,r_1^2.$$

Bezeichnet I den Inhalt des Viereckes $CDEF$, so ist
$4\,I^2 = s_1^2\,s_2^2 = 16\,(r_1^2 - x^2)\,(r_1^2 - y^2) = 16\,(r_1^4 - r_1^2 d^2 + x^2 y^2)$, d. h.:

Der Inhalt des Viereckes $CDEF$ und auch derjenige des halb so grossen Rechteckes $MM_1\,M_2\,M_3$ wird ein Maximum, wenn $x^2 = y^2 = \frac{d^2}{2}$, d. h. wenn die zwei Sehnen zu AB symmetrisch liegen und er wird ein Minimum, wenn x oder y gleich 0 ist, d. h. wenn eine der zwei Sehnen durch A geht. —

Die Abbildung gibt noch zu einigen statischen Bemerkungen Anlass.

Betrachtet man die gerichteten Strecken BC, BD als Kräfte, so ist ihre Resultierende $2\,BM$, und betrachtet man BE, BF als Kräfte, so ist ihre Resultierende $2\,BM_2$; aber die Resultierende von $2\,BM$ und $2\,BM_2$ ist $4\,BO = 2\,BA$, d. h.:

Dreht man bei einem Kreis ein rechtwinkliges Sehnenpaar CE, DF um seinen Schnittpunkt B und betrachtet die von B bis zum Kreis genommenen Sehnenabschnitte als Kräfte, so ist die Resultierende der vier Kräfte konstant und vom Radius unabhängig, gleich $2\,BA$.

Ist P ein beliebiger Punkt der Ebene, so ist die Resultierende von PC, PD, PE, PF gleich $4\,PO$.

Die Resultierende von EC und DF hat die Grösse $\sqrt{s_1^2 + s_2^2} = 2\sqrt{2\,r_1^2 - d^2}$, d. h.:

Die Resultierende von EC, DF hat konstante Länge und die in Abschnitt 1 und 2 aufgestellten Sätze lassen sich in diesem Sinne anders aussprechen.

Die Resultierende von CF, DE ist parallel MM_2, doppelt so gross und von B in doppeltem Abstand[1], d. h.:

Die Resultierende von CF, DE geht durch A und ist in Richtung und Grösse $2\,MM_2$; ebenso geht die Resultierende von CD, FE durch A und ist in Richtung und Grösse $2\,M_3M_1$. Die zwei Resultierenden sind gleich gross und die vier Kräfte CF, DE und CD, FE haben eine Resultierende, die durch A geht und in Richtung und Grösse $2\,CE$ ist. Nimmt man CF, DE entgegengesetzt (oder CD, FE), so ist die Resultierende der vier Kräfte in Richtung und Grösse $2\,FD$ (oder $2\,DF$).

Die Resultierende von FC, DC geht durch die Mitte von FD und den Punkt C und die Resultierende von FE, DE geht durch die Mitte von FD und den Punkt E; folglich:

Die Resultierende von FC, DC, FE, DE geht durch die Mitten von FD und CE, also durch O; ihre Länge ist $4\,d$ und unabhängig vom Radius.

Die vier Kräfte FE, ED, DC, CF bilden ein geschlossenes Polygon.

Ihre Resultierende wird daher durch ein Kräftepaar dargestellt, dessen Moment $s_1 \cdot s_2$ ist.

Der Punkt O ist der Schwerpunkt der vier Punkte C, D, E, F; folglich ist der Schwerpunkt der Viereckfläche $C\,D\,E\,F$ der Punkt T, wobei T gefunden wird, indem man BO über O hinaus um $\frac{1}{3}$ verlängert[1]), d. h.:

---

[1] Schweizerische Bauzeitung, Bd. 69, S. 69.

Alle Vierecke $CDEF$ haben einen gemeinsamen Schwerpunkt T, der AB unabhängig vom Radius, im Verhältnis 1:2 teilt. —

Die Ergebnisse dieses Abschnittes lassen sich leicht vorallgemeinern. Man kann an Stelle des Kreises eine Ellipse wählen und durch einen festen Punkt B Sehnenpaare legen, die zu konjugierten Durchmessern parallel laufen. Oder man kann einen beliebigen festen Kegelschnitt mit den Paaren einer Strahleninvolution schneiden; die jeweiligen Schnittpunkte bilden Vierecke, die einem Kegelschnitt umschrieben sind und die Tangenten in den Schnittpunkten an den gegebenen Kegelschnitt geben Vierecke, die einem neuen Kegelschnitt eingeschrieben sind, und dual. —

II.

1. Durch den Kreis in der Abbildung 1 denke man sich eine Kugel mit dem Mittelpunkt O_1 und dem Radius R_1 gelegt. Bezeichnet man die zur Kreisebene senkrechte Kugelsehne durch B mit s_3 und die Strecke $O_1 B$ mit D, so folgt

$$s_3^2 = 4\ (R_1^2 - d^2);\ \text{aber nach früher}$$

$$s_1^2 + s_2^2 = 4\ (2\,r_1^2 - d^2).$$

Durch Addition und indem man noch substituiert

$$r_1^2 = R_1^2 - \overline{O_1 A}^2$$

$$\begin{aligned} s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 &= 4\ (2\,R_1^2 - 2\,\overline{O_1 A}^2 - d^2 + R_1^2 - d^2) \\ &= 4\ (3\,R_1^2 - 2\ [\overline{O_1 A}^2 + d^2]) \\ &= 8\left(\frac{3}{2}\,R_1^2 - D^2\right) = s; \end{aligned}$$

dabei bedeutet $8\left(\frac{3}{2}\,R_1^2 - D^2\right) = s$ die negativ genommene achtfache Potenz des Punktes B in bezug auf die zur Kugel mit dem Radius R_1 konzentrische Kugel mit dem Radius $R_1\sqrt{\frac{3}{2}}$, d. h.:

Zieht man bei einer Kugel durch einen Punkt B irgend drei rechtwinklige Sehnen, so ist die Summe ihrer Quadrate konstant, nämlich gleich der achtfachen negativen Potenz des Punktes B in bezug auf eine konzentrische Kugel vom Radius $R_1\sqrt{\frac{3}{2}}$.

---

[1]) Schweizerische Bauzeitung, Bd. 69, S. 69.

Hat man zwei Kugeln mit den Radien R_1, R_2, so ist der Ort eines Punktes, für den die Summe der Quadrate von irgend drei durch den Punkt gehenden rechtwinkligen Sehnen für beide Kugeln denselben Wert hat, eine Ebene, nämlich die Potenzebene der zu den zwei Kugeln konzentrischen Kugeln mit den Radien $R_1\sqrt{\frac{3}{2}}$, $R_2\sqrt{\frac{3}{2}}$. Hat man drei Kugeln mit den Radien R_1, R_2, R_3, so ist der Ort eines Punktes mit derselben Eigenschaft für alle drei Kugeln die Potenzlinie der konzentrischen Kugeln mit den Radien $R_1\sqrt{\frac{3}{2}}$, $R_2\sqrt{\frac{3}{2}}$, $R_3\sqrt{\frac{3}{2}}$. Hat man vier Kugeln, so gibt es einen einzigen Punkt dieser Eigenschaft für alle vier Kugeln, nämlich den Potenzpunkt der vier konzentrischen Kugeln mit den Radien $R_1\sqrt{\frac{3}{2}}$, $R_2\sqrt{\frac{3}{2}}$, $R_3\sqrt{\frac{3}{2}}$, $R_4\sqrt{\frac{3}{2}}$. Zieht man von dem Potenzpunkt an irgend eine der vier gegebenen Kugeln zwei zueinander senkrechte Tangenten und dann senkrecht zu ihrer Ebene durch den Potenzpunkt die Sehne der gewählten Kugel, so sind alle derartigen Kugelsehnen von gleicher Länge und liegen in jeder der vier Kugeln auf den Erzeugenden eines Kegels zweiter Ordnung.

2. Denkt man sich eine Kugel mit dem Mittelpunkte O_1 und den Punkt B, so kann man O_1 auf der Geraden BO_1 verschieben und um O_1 immer eine Kugel legen, so dass $s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 = 8\left(\frac{2}{3}R_1^2 - D^2\right)$ für alle Kugeln konstant bleibt. Dieser Umstand sagt:

Die auf der Geraden BO_1 senkrechten Grosskreise der Kugeln erfüllen ein Hyperboloid; die Kugeln selber umhüllen ein zweites Hyperboloid. Ändert man die Grösse der konstanten Summe, so bleibt jedes der zwei Hyperboloide zu sich selber ähnlich.

Man denke sich wieder eine Kugel mit dem Mittelpunkt O_1 und den festen Punkt B; auf der Kugel liege der Punkt Q_1. Dann kann man BQ_1 festhalten, die Kugel ändern und verlangen, das $s_1^2 + s_2^2 + s_3^2$

$= 8\left(\frac{3}{2} R_1^2 - D^2\right)$ konstant bleibt. Welches ist der Ort des Kugelmittelpunktes O_1 und welches die Enveloppe der Kugeln? Es muss $3 R_1^2 - 2 D^2$ konstant bleiben; verlängert man BQ_1 über Q_1 hinaus um das Doppelte nach Q_1', bezeichnet die Mitte von $Q_1 Q_1'$ mit U, so folgt:

$$\overline{Q_1' O_1}^2 + R_1^2 = 2\,\overline{UO_1}^2 + 2\,\overline{BQ_1}^2$$
$$\overline{UO_1}^2 + D^2 = 2\,R_1^2 + 2\,\overline{BQ_1}^2\text{; also}$$
$$\overline{Q_1' O_1}^2 = 3\,R_1^2 - 2\,D^2 + 6\,\overline{BQ_1}^2.$$

O_1 läuft auf einer Kugel mit dem Mittelpunkt Q_1'; wird O_1 auf dieser Kugel unendlich wenig verschoben und immer die Kugel (O_1), Q_1 gelegt, so geht sie stets durch den Gegenpunkt von Q_1 in bezug auf die Tangentialebene der Kugel (Q_1'), O_1 im Punkt O_1, d. h.:

Zieht man durch einen festen Punkt B irgend drei aufeinander senkrechte Geraden, wählt einen festen Punkt Q_1, so ist der Ort für den Mittelpunkt einer durch Q_1 gehenden Kugel, so dass sie auf den drei Geraden drei Sehnen begrenzt, für welche die Summe ihrer Quadrate konstant ist, eine Kugel, deren Mittelpunkt Q_1' so liegt, dass $BQ_1' = 3\,BQ_1$ ist; der Ort der Gegenpunkte von Q_1 in bezug auf die Tangentialebenen dieser Kugel ist die Enveloppe der unendlich vielen gesuchten Kugeln. Sollen die gesuchten Kugeln ausser durch Q_1 noch durch einen andern festen Punkt Q_2 gehen, so ist der Ort für den Mittelpunkt ein Kreis, nämlich der Schnittkreis der mittelsenkrechten Ebene von Q_1, Q_2 und der vorhin gefundenen Kugel mit dem Mittelpunkt Q_1'. Sollen die gesuchten Kugeln durch drei Punkte Q_1, Q_2, Q_3 gehen, so gibt es zwei solche Kugeln; ihre Mittelpunkte liegen auf der vorhin gefundenen Kugel und den mittelsenkrechten Ebenen von $Q_1 Q_2$, $Q_1 Q_3$.

Hält man wieder B fest und soll bei gegebenem Wert von $s_1^2 + s_2^2 + s_3^2$ die Kugel eine gegebene Ebene berühren, so muss wieder $3\,R_1^2 - 2\,D^2$ konstant sein; dabei bedeutet R_1 den Abstand des Kugelmittelpunktes O_1 von der Ebene und D die Strecke O_1B. Das bedeutet:

Der Ort des Kugelmittelpunktes ist ein Rotationshyperboloid, dessen Asymptotenkegel einen von der konstanten Summe unabhängigen Öffnungswinkel hat. Soll die Kugel zwei Ebenen berühren, so ist der Ort des Mittelpunktes die Durchdringung von zwei Hyperboloiden und soll die Kugel drei Ebenen berühren, so gibt es acht solcher Kugeln, deren Mittelpunkte die Schnittpunkte von drei Hyperboloiden sind. Soll die Kugel eine Ebene berühren und durch einen Punkt gehen, so ist der Ort des Mittelpunktes die Durchdringung eines Hyperboloids mit einer Kugel; soll die Kugel zwei Ebenen berühren und durch einen Punkt gehen, oder eine Ebene berühren und durch zwei Punkte gehen, so gibt es acht, beziehungsweise vier solcher Kugeln.

Auch die Ergebnisse dieser zwei Abschnitte lassen Verallgemeinerungen zu. (Anmerkung S. 650.)

Ferner sei darauf hingewiesen, dass, wenn bei einer Kugel durch einen festen Punkt im Raum irgend drei, paarweise aufeinander senkrecht stehende, Ebenen gelegt werden, die Summe der Inhalte der herausgeschnittenen Kreise konstant ist, $(3\,R_1^2 - D^2)\,\pi$; hieran lassen sich Betrachtungen anschliessen, die den, in den letzten zwei Abschnitten ausgeführten, analog sind.

3. Die Betrachtungen geben noch zu einer dualen Auffassung Anlass.

Es sei eine feste Kugel vom Radius R und eine feste Ebene im Abstande l vom Kugelmittelpunkt gewählt. Durch den Kugelmittelpunkt lege man eine beliebige Ebene, welche die feste Ebene in der Geraden g schneidet und durch g lege man die beiden Tangentialebenen an die Kugel. Ist das Lot vom Kugelmittelpunkt auf die Gerade g gleich h und α_1 der Winkel zwischen den zwei Tangentialebenen, so ist

$$\sin^2\frac{\alpha_1}{2} = \frac{R^2}{h^2};$$

legt man durch den Kugelmittelpunkt die senkrechte Gerade zu der durch den Kugelmittelpunkt gelegten Ebene und bezeichnet den Winkel zwischen der senkrechten Geraden und l mit δ, so hat man

$$\sin\delta = \frac{l}{h}, \text{ also } \sin^2\frac{\alpha_1}{2} = \frac{R^2}{l^2}\sin^2\delta.$$

Durch den Kugelmittelpunkt seien zwei weitere Ebenen gelegt, die aufeinander und auf der schon durch ihn gelegten Ebene senkrecht stehen und durch die Schnittlinien mit der festen Ebene Tangentialebenenpaare an die Kugel. Die Winkel dieser Ebenenpaare seien α_2, α_3 und die zu δ analogen Winkel seien ε, φ; dann hat man

$$\sin^2\frac{\alpha_2}{2} = \frac{R^2}{l^2}\sin^2\varepsilon,\ \sin^2\frac{\alpha_3}{2} = \frac{R^2}{l^2}\sin^2\varphi, \text{ und}$$

$$\sin^2\frac{\alpha_1}{2} + \sin^2\frac{\alpha_2}{2} + \sin^2\frac{\alpha_3}{2} = \frac{R^2}{l^2}(\sin^2\delta + \sin^2\varepsilon + \sin^2\varphi).$$

Aber $\sin^2\delta + \sin^2\varepsilon + \sin^2\varphi = 2$ und daher

$$\sin^2\frac{\alpha_1}{2} + \sin^2\frac{\alpha_2}{2} + \sin^2\frac{\alpha_3}{2} = 2\,\frac{R^2}{l^2}, \text{ d. h.:}$$

Legt man durch den Mittelpunkt einer Kugel drei zu einander paarweise senkrecht stehende Ebenen, schneidet sie mit einer beliebigen festen Ebene, legt durch jede Schnittlinie die Tangentialebenenpaare an die Kugel und bezeichnet die Winkel dieser einzelnen Ebenenpaare mit α_1, α_2, α_3 so bleibt $\sin^2\frac{\alpha_1}{2} + \sin^2\frac{\alpha_2}{2} + \sin^2\frac{\alpha_3}{2} = 2\,\frac{R^2}{l^2}$ konstant für alle Tripel dreirechtwinkliger Ebenen durch den Kugelmittelpunkt.

Hat man zwei Kugeln, so besitzt die Summe $\sin^2\frac{\alpha_1}{2} + \sin^2\frac{\alpha_2}{2} + \sin^2\frac{\alpha_3}{2}$ für beide Kugeln denselben Wert, wenn die Ebene durch den einen oder andern Ähnlichkeitspunkt der zwei Kugeln hindurch geht. Für drei Kugeln hat die Summe denselben Wert, wenn die Ebene durch eine der vier Ähnlichkeitsachsen läuft und für vier Kugeln, wenn die Ebene mit einer der acht Ähnlickeitsebenen zusammenfällt.

Hat man eine feste Ebene und einen Punkt Q und verlangt man alle Kugeln durch Q so dass $\sin^2\frac{\alpha_1}{2} + \sin^2\frac{\alpha_2}{2} + \sin^2\frac{\alpha_3}{2}$ für alle Kugeln rücksichtlich der festen Ebene denselben Wert hat, so muss $\frac{R^2}{l^2}$ konstant sein, d. h.:

Der Ort der Mittelpunkte dieser Kugeln ist eine Rotationsfläche zweiter Ordnung mit Q als Brennpunkt und der festen Ebene als Leitebene. Sollen die Kugeln durch zwei feste Punkte gehen, so ist der Ort der Mittelpunkte der Schnitt der vorigen Fläche zweiter Ordnung mit der mittelsenkrechten Ebene der zwei Punkte und sollen die Kugeln durch drei Punkte gehen, so gibt es zwei solcher Kugeln.

Hat man eine feste Ebene und eine zweite Ebene und verlangt man alle Kugeln, welche die zweite Ebene berühren, so dass $\sin^2\frac{\alpha_1}{2} + \sin^2\frac{\alpha_2}{2} + \sin^2\frac{\alpha_3}{2}$ für alle Kugeln rücksichtlich der festen Ebene denselben Wert hat, so muss wieder $\frac{R^2}{l^2}$ konstant sein, d. h.:

Der Ort der Mittelpunkte dieser Kugeln besteht aus zwei

Ebenen; sollen die Kugeln noch eine zweite Ebene berühren, so besteht der Ort der Mittelpunkte aus vier Geraden und sollen die Kugeln noch eine dritte Ebene berühren, so gibt es acht Kugeln. Sollen die Kugeln durch einen Punkt gehen und eine Ebene berühren, so besteht der Ort der Mittelpunkte aus zwei ebenen Schnitten einer Fläche zweiter Ordnung. Sollen die Kugeln durch zwei Punkte gehen und eine Ebene berühren, so gibt es vier Kugeln und sollen die gesuchten Kugeln zwei Ebenen berühren und durch einen Punkt gehen, so gibt es acht Kugeln.

4. In diesem Abschnitt soll noch etwas näher auf die Figur eingegangen werden, auf die sich Abschnitt II bezieht. Durch einen Punkt B, den man sich innerhalb einer Kugel (O_1), R_1 vorstellen kann, seien alle möglichen Tripel dreirechtwinkliger Sehnen gelegt und ihre Endpunkte jeweilen verbunden. Dadurch entstehen acht Dreiecke, die ein Achtflach begrenzen. Sucht man die Schwerpunkte der acht Dreiecke, so ist die Verbindungslinie der Schwerpunkte von zwei aneinander stossenden Dreiecken parallel zu einer der drei Sehnen und der dritte Teil derselben, d. h.:

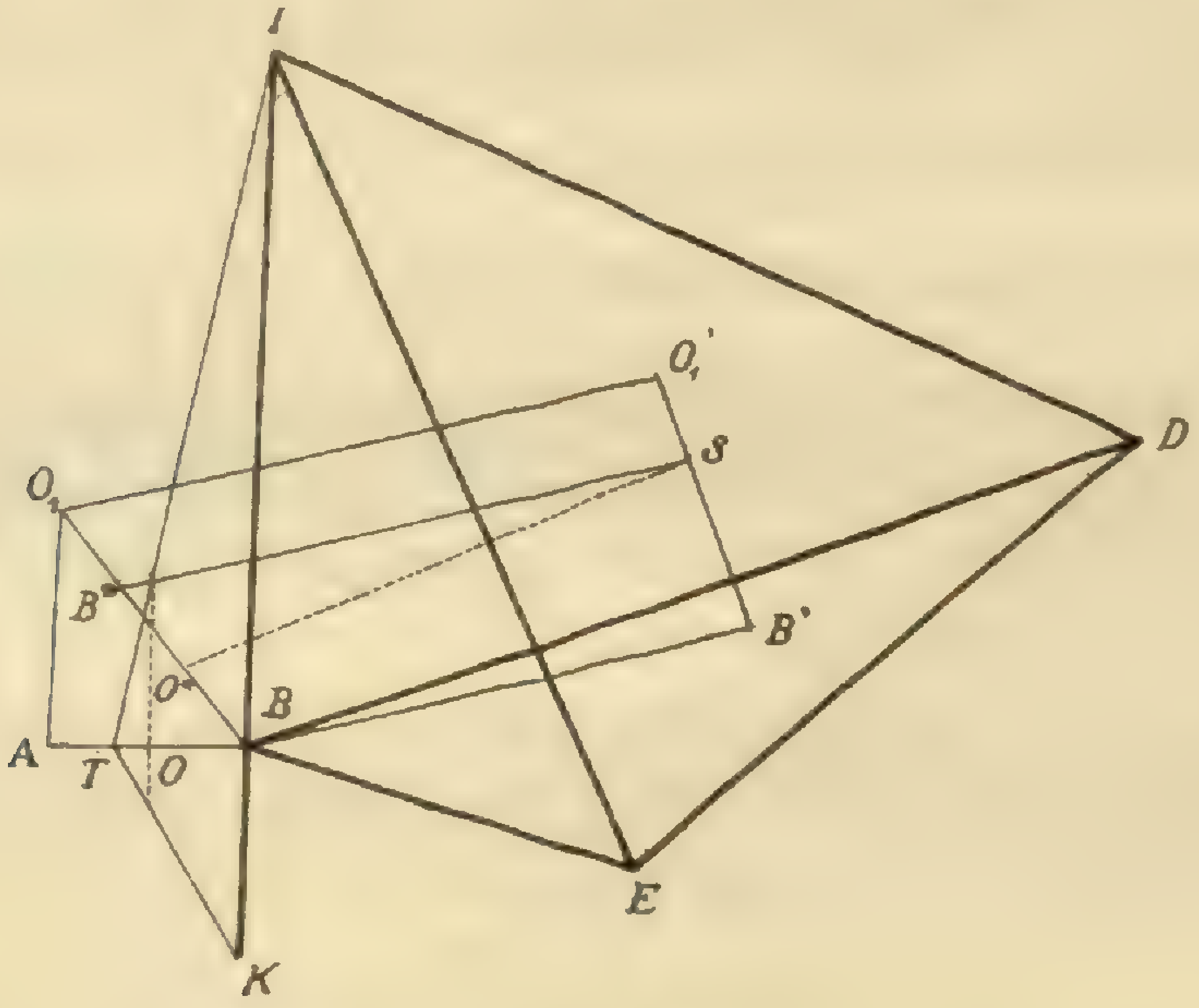


Fig. 2.

Die acht Schwerpunkte bilden immer die Ecken eines Quaders, dessen Kanten zu den Sehnen parallel und je $\frac{1}{3}$ derselben sind und dessen Diagonalen die konstante Länge

$\sqrt{\left(\frac{s_1}{3}\right)^2+\left(\frac{s_2}{3}\right)^2+\left(\frac{s_3}{3}\right)^2}=\frac{2}{3}\sqrt{3R_1^2-2D^2}$ haben.

Eines der Dreiecke sei IDE und sein Schwerpunkt S; die Ebene durch die Mitte von KI, parallel BDE, hat von B den Abstand $\frac{BI-BK}{2}$ und geht durch O_1. Die zur Ebene BDE parallele Mittelebene des Quaders hat von B den Abstand $\frac{1}{2}\frac{BI-BK}{3}$ $=\frac{1}{3}\;\frac{BI-BK}{2}$. Sie schneidet also BO_1 im ersten Drittel BO^* $=\frac{1}{3}BO_1$; das gleiche gilt für alle Mittelebenen des Quaders, die zu je zwei Gegenflächen parallel sind, d. h.:

Der Punkt O^*, der BO_1 so teilt, dass $BO^*=\frac{1}{3}BO_1$, ist der Mittelpunkt jedes Quaders und die Ecken jedes Quaders liegen auf der Kugel vom Radius $O^*S=\frac{1}{3}\sqrt{3R_1^2-2D^2}$.

Fällt man von den Punkten B, O_1 die Lote auf die Ebene des Dreieckes IDE, so ist, wegen der Rechtwinklichkeit der drei Sehnen, der Fusspunkt B' der Höhenpunkt und weil O_1 Kugelmittelpunkt, so ist der Fusspunkt O_1' der Umkreismittelpunkt des Dreiecks IDE. Folglich teilt sein Schwerpunkt S die Strecke $O_1'B'$ im Verhältnis 1 : 2 und das Lot in S auf die Ebene des Dreieckes teilt O_1B im Verhältnis 1 : 2, $O_1B^*=\frac{1}{3}O_1B$, d. h.:

Die Ebene des Dreiecks IDE und mit ihr jede Seitenebene des Achtflachs umhüllt ein Rotationsellipsoid mit $B^*_, B$ als Brennpunkten; die halbe grosse Achse ist $\frac{1}{3}\sqrt{3R_1^2-2D^2}$ und daher die halbe kleine Achse $\frac{1}{3}\sqrt{3(R_1^2-D^2)}$.

Die zu B gehörige Leitebene hat von O^* den Abstand $\frac{R_1^2}{D}-\frac{2}{3}D$ und ist die Polarebene von B in bezug auf die Kugel (O_1), R_1.

O^* ist die Mitte von BB^* und BB' parallel B^*S; also O^*B' $=O^*S$, d. h.:

Der Ort von B' ist die Umkugel der Quader mit dem Mittelpunkt O^* und dem Radius $\frac{1}{3}\sqrt{3R_1^2-2D^2}$, wie es sein muss. Der Ort der Umkreismittelpunkte O_1' der Seitenflächen des Achtflachs ist die zum Kugelmittelpunkt O_1 gehörige Fusspunktsfläche der Fläche zweiten Grades.

Die durch S parallel zu BDE gehende Seitenebene des Quaders schneidet von BI ein Drittel ab und steht auf BI senkrecht; der Schnittpunkt beschreibt die Kugel mit O^* als Mittelpunkt und dem Radius $\frac{R_1}{3}$, d. h.:

Die Seitenebenen des Quaders umhüllen ein Rotationsellipsoid mit B, B^* als Brennpunkten und der grossen Halbachse $\frac{1}{3} R_1$; die kleine Halbachse ist $\frac{1}{3}\sqrt{R_1^2 - D^2}$.

Fällt B auf die Kugel, so reduzieren sich die vom Achtflach und vom Quader umhüllten Ellipsoide auf eine Strecke von der Länge $\frac{2}{3} R_1$. Liegt B zwischen der Kugel und der konzentrischen Kugel vom Radius $R_1 \sqrt{\frac{3}{2}}$, so gehen die Ellipsoide in Hyperboloide über und liegt B ausserhalb der zweiten Kugel, so werden die Flächen imaginär. Wird die Kugel durch eine Ebene ersetzt, so gehen die Flächen in Paraboloide über.

Denkt man sich B wieder innerhalb der Kugel und in den Ecken jedes Achtflachs die Tagentialebenen an die Kugel gelegt, so schneiden sich immer drei Tangentialebenen, deren Berührungspunkte die Ecken eines Begrenzungsdreieckes sind, in dem Pol der Dreiecksebene. Der Pol und der zugehörige Punkt O_1' trennen die Kugel (O_1), R_1 harmonisch, d. h.:

Die acht Pole bewegen sich auf der Polarfigur des vom Achtflach umhüllten Ellipsoids. Die Polarfigur ist eine Rotationsfläche zweiten Grades, die auch dadurch entsteht, dass man die von O_1' beschriebene Fusspunktsfäche nach dem Prinzip der reziproken Radien verwandelt in bezug auf die Grundkugel (O_1), R_1. —

Die in diesem Abschnitt betrachtete Figur gibt auch noch zu einigen statischen Bemerkungen Anlass. Betrachtet man die gerichteten Strecken BI, BD, BE als Kräfte, so ist bekanntlich ihre Resultierende $3\,BS$; bezeichnet man den Schwerpunkt des Dreieckes KFC mit S_1, so ist die Resultierende der drei Kräfte BK, BF, BC gleich $3BS_1$. Da O^* in der Mitte von SS_1 liegt, so ist die Resultierende von $3\,BS$ und $3\,BS_1$ gleich $6\,BO^* = 2\,BO_1$, d. h.:

Zieht man durch B irgend ein Tripel rechtwinkliger Geraden und betrachtet ihre Abschnitte, von B bis zu den Schnittpunkten mit einer Kugel (O_1) gemessen, als Kräfte, so ist die Resultierende der sechs Kräfte konstant, unabhängig vom Radius gleich $2BO_1$.

Man kann irgend drei Rechtwinkelsehnen s_1, s_2, s_3 durch B selber als Kräfte auffassen und sagen:

Die Resultierende von drei solchen Kräften hat konstante Länge $\sqrt{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2} = 2\sqrt{3R_1^2 - 2D^2}$.

Mit Rücksicht darauf lassen sich einige frühere Sätze anders aussprechen, z. B.:

Hat man vier Kugeln, so gibt es einen Punkt derart, dass jede der Kugeln auf irgend drei durch den Punkt gehenden rechtwinkligen Geraden drei Sehnen begrenzt die, als Kräfte aufgefasst, eine Resultierende haben, von derselben Grösse für jede der vier Kugeln.

Es sei O_1A das Lot von O_1 auf die Ebene BDE und O die Mitte von AB; dann liegt der Schwerpunkt T des Viereckes $CDEF$ so, dass $TO : OB = 1 : 3$ (S. 659). Die Linien TI, TK sind Schwerlinien der Pyramiden $I(CDEF)$, $K(CDEF)$ und werden von ihren Schwerpunkten ebenfalls im Verhältnis $1 : 3$ geteilt. Daher geht die Verbindungslinie der zwei Pyramidenschwerpunkte durch O und, weil O_1A parallel IB, auch durch die Mitte von BO_1. Das letztere gilt ebenso für die zu BE und BD parallelen Schwerlinien des Achtflachs, d. h.:

Alle Achtflache haben denselben Schwerpunkt; er liegt in der Mitte von BO_1 und ist unabhängig von der Grösse des Radius.

Die Betrachtungen dieses Abschnittes lassen, wie frühere, Verallgemeinerungen zu.

Man kann die Kugel durch eine Fläche zweiten Grades ersetzen und die Tripel rechtwinkliger Sehnen durch Tripel solcher Geraden, die konjugierten Durchmessertripeln einer andern Fläche zweiten Grades parallel sind, oder die nach den Ecken konjugierter Poldreiecke eines Kegelschnittes laufen. In allen Fällen umhüllen die entstehenden Achtflache eine Fläche zweiter Klasse. Wählt man in der Ebene des Kegelschnittes einen zweiten Kegelschnitt, so bestimmen die beiden ein Büschel und zu jedem Kegelschnitt des Büschels gehört als Enveloppe der Achtflache eine Fläche zweiter Klasse. Nimmt man einen dritten Kegelschnitt in der gleichen Ebene, so bestimmen die drei Kegelschnitte ein Netz und zu jedem seiner zweifach unendlich vielen Kegelschnitte gehört eine Fläche zweiter Klasse. Legt man B auf die Fläche zweiten Grades, welche die Kugel ersetzt, so reduzieren sich die zu den Kegelschnitten des Netzes gehörigen Flächen auf Punkte und man hat die bekannte Erzeugung einer Steinerschen Fläche.

Das Stomodaeum der Lumbriciden.

Die Grenze zwischen Ektoderm und Entoderm in der ontogenetischen Entwicklung des Lumbriciden-Vorderdarms mit anschliessenden Vergleichungen über die regenerative Bildung.

Aus dem zoologisch-vergleichend anatomischen Institut der Universität Zürich.

Von

JOH. JAK. MENZI (Zürich).

Mit 2 Textfiguren.

(Als Manuskript eingegangen am 27. November 1918.)

Die ausführliche Arbeit, von der hier ein Auszug mit den wichtigsten Ergebnissen vertraut machen soll, wurde im Zoologisch-vergleichend anatomischen Institut der Universität Zürich auf Anregung und unter Leitung von Herrn Prof. Dr. K. Hescheler ausgeführt. Für die wohlwollende Unterstützung, die ich jederzeit von meinem hochverehrten Lehrer erfuhr, sei es mir gestattet, ihm an dieser Stelle meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Literatur und Geschichtliches.

Sowohl bei Polychaeten wie bei Oligochaeten geht die ontogenetische Bildung des Verdauungskanals zum grössten Teil aus dem Entoderm und zum kleineren aus dem Ektoderm hervor. Der Mitteldarm nimmt seinen Ursprung aus dem innern Keimblatte, während sich an der Entwicklung des Vorder- und Enddarms ektodermale Einstülpungen beteiligen. Der Anteil, den diese beiden Einstülpungen nehmen, ist nach den Angaben der Forscher ein verschieden grosser, namentlich über die Gruppe der Oligochaeten gehen die Anschauungen in diesem Punkte auseinander. Bei meiner Arbeit beschränke ich mich auf die Feststellung der ektodermalen Einstülpung des Vorderdarms (Stomodaeum) bei der Familie der Lumbricidae.

In der Vergangenheit haben sich eine Reihe von Forschern mit der Feststellung der ektodermalen Einstülpung befasst; ich nenne nur die wichtigsten Abhandlungen:

Kowalevsky (1871) kommt zum Schluss, dass der Oesophagus vom äussern Keimblatt aus entsteht.

Hatschek (1878) lässt den Oesophagus ebenfalls aus Ektodermzellen hervorgehen. Diese ältern Autoren nannten den eingestülpten

Abschnitt kurzweg Oesophagus, und man schloss irrtümlicherweise daraus, dass beim ausgewachsenen Wurm das so bezeichnete Stück ektodermaler Herkunft sei.

Vejdovský (1884) hat zum erstenmal die Terminologie des Verdauungstraktus der Oligochaeten fixiert und unterschieden: 1. Mundhöhle (Stoma mit Pharynx), 2. Oesophagus, 3. Magendarm und 4. Enddarm, an welche Bezeichungen ich mich im folgenden halte. Durch seine Untersuchungen hat er den Oesophagus als Derivat des Entoderms nachgewiesen und den Pharynx als das Ende der ektodermalen Invagination bezeichnet. Sein Untersuchungsobjekt war hauptsächlich Rhynchelmis.

Wilson (1889) kann in seiner Arbeit über die Lumbricidenentwicklung die Befunde Vejdovskýs bestätigen.

Vejdovský (1888—1892) hat inzwischen seine frühere Ansicht geändert. Auch das Pharynxepithel hat entodermalen Mutterboden, wenigstens bei Rhynchelmis, und er tritt auch für eine gleiche Bildungsweise bei den Lumbricidae ein.

Hoffmann (1899) stellte seine Untersuchungen an Allolobophoraspecies an; er findet an der Einmündungsstelle des Stomodaeums in den Urdarm vier Zellen, die scharf hervortreten. Nach diesem Autor bilden diese vier charakteristischen Zellen die Grenze zwischen Ektoderm und Entoderm; sie geben also die Stelle an, „wo der Pharynx aufhört und der Mitteldarm beginnt“.

Für die Famile der Lumbricidae ist also die Frage der Mund- und Pharynxbildung (des Stomodaeums) nicht restlos abgeklärt, und es scheint gerechtfertigt, dieses Thema nochmals vorzunehmen.

Material und Materialbeschaffung.

Auf Anraten von Herrn Prof. Dr. K. Hescheler habe ich mir embryologisches Material folgender 5 einheimischer Vertreter der Familie der Lumbricidae gewählt:

1. Lumbricus terrestris (Linné).
2. Lumbricus rubellus (Hoffmeister).
3. Helodrilus (Allolobophora) caliginosus (Savigny).
4. Helodrilus (Dendrobaena) rubidus (Savigny).
5. Eisenia foetida (Savigny).

Die Individuen jeder Spezies hielt ich zu Zuchtzwecken separat in mit Erde gefüllten Kisten. Durch 2—3maliges Bespritzen pro Woche blieb die Erde feucht, sodass die Tiere sich nahe unter der Oberfläche befanden und hier die Cocons in grosser Zahl ablegten. Den ganzen Sommer über, bis November und Dezember, konnte ich Cocons finden.

Im allgemeinen sind die frisch abgelegten von weisslicher Farbe, die ältern mehr dunkelbraun, sodass man hierin ein einigermassen gültiges Erkennungsmittel für den Ausbildungsgrad der darin liegenden Embryonen besitzt.

Untersuchungsmethoden:

Die Hauptfixierungsflüssigkeit, namentlich für die jungen zarten Objekte, war wässerige Sublimatlösung. Gute Ergebnisse wurden auch mit Chromsäure und Flemmingscher Flüssigkeit erzielt. Der in den Embryonen enthaltene Nahrungsdotter war für die Anfertignung von Schnitten ein fast unüberwindliches Hindernis. Meistens habe ich die in der Fixierungsflüssigkeit liegenden Objekte mit einer Platinnadel angestochen und so ein Herausfliessen des Dotters herbeigeführt, ohne dass die Embryonalbezirke den geringsten Schaden genommen hätten.

Die schwierigste Manipulation war die Einbettung dieser kleinsten Objekte, denn eine ganz genaue Orientierung war unerlässlich. Ich brachte die Methode nach Hoffmann mit wenig Modifikationen zur Anwendung. Die Objekte wurden in Schnittserien von 3—4 μ zerlegt. Zur Schnittfärbung bewährte sich die gebräuchliche Farbstoffkombination Hämalaun — Eosin vortrefflich.

Die Entwicklungsvorgänge.

1. Die beginnende Ektodermeinstülpung.

Furchungs- und Gastrulationsprozesse liess ich unberücksichtigt. Die äussere Gestalt des Ausgangsstadiums war aber immerhin noch einfach. Diese jüngsten Embryonen sind ca. $^1/_3$ mm lang und stellen im wesentlichen eine aus Ektoderm und Entoderm gebildete Blase dar. Das Gehirn und Bauchmark, ebenso das Mesoderm sind hier zwar schon angedeutet, treten aber noch nicht stark in Erscheinung: man sieht noch keine Coelombläschen, und deswegen ist auch noch keine innere Segmentierung bemerkbar. Die Embryonen dieser Ausgangsstufe zeigen eine noch nicht weit gediehene, kaudalwärts blind endigende, ektodermale Einstülpung in Form eines englumigen Röhrchens (Stomodaeum). Das Entoderm scheint vollständig abgeschlossen zu sein, ohne Kommunikation mit dem Stomodaeum. Durch seine, dicht mit Dotterkügelchen gefüllten Zellen unterscheidet es sich sofort von den feinkörnigen protoplasmatischen Ektodermzellen. Im Gegensatz zu Hoffmann, der schon auf dieser Stufe der Ausbildung eine offene, schlanke, hyaline Stomodaeumröhre beschreibt, machen meine Ergebnisse wahrscheinlich, dass von einer morphologischen Verbindung der Aussenwelt mit dem Urdarm noch nichts zu bemerken ist. (Fig. 1). Zu erwähnen wären noch die grossen Exkretionszellen des larvalen Exkretionsapparates.

2. Ein weiter entwickelter Zustand ohne Eröffnung einer Darmpforte.

In allen Teilen ist die Differenzierung weiter gediehen. Das Stomodaeum hat an Grösse beträchtlich zugenommen und reicht, je nach dem Stadium, bis an das Ende des ersten, zweiten oder dritten Segmentes, welche Metameren nun abgegrenzt sind. Das dorsale Stomodaeumepithel besteht aus ineinander geschalteten, festgefügten, hohen Zellen, während das ventrale Stomodaeumepithel sich aus niedrigen, viel loser gefügten Zellen zusammensetzt. Die Splanchnopleura, die die Darmmuskulatur erzeugt, hat durch ihre Zellenvermehrung schon den dorsalen Muskelwulst angedeutet, der, weil in der Region der ektodermalen Einstülpung gelegen, bei ausgewach-

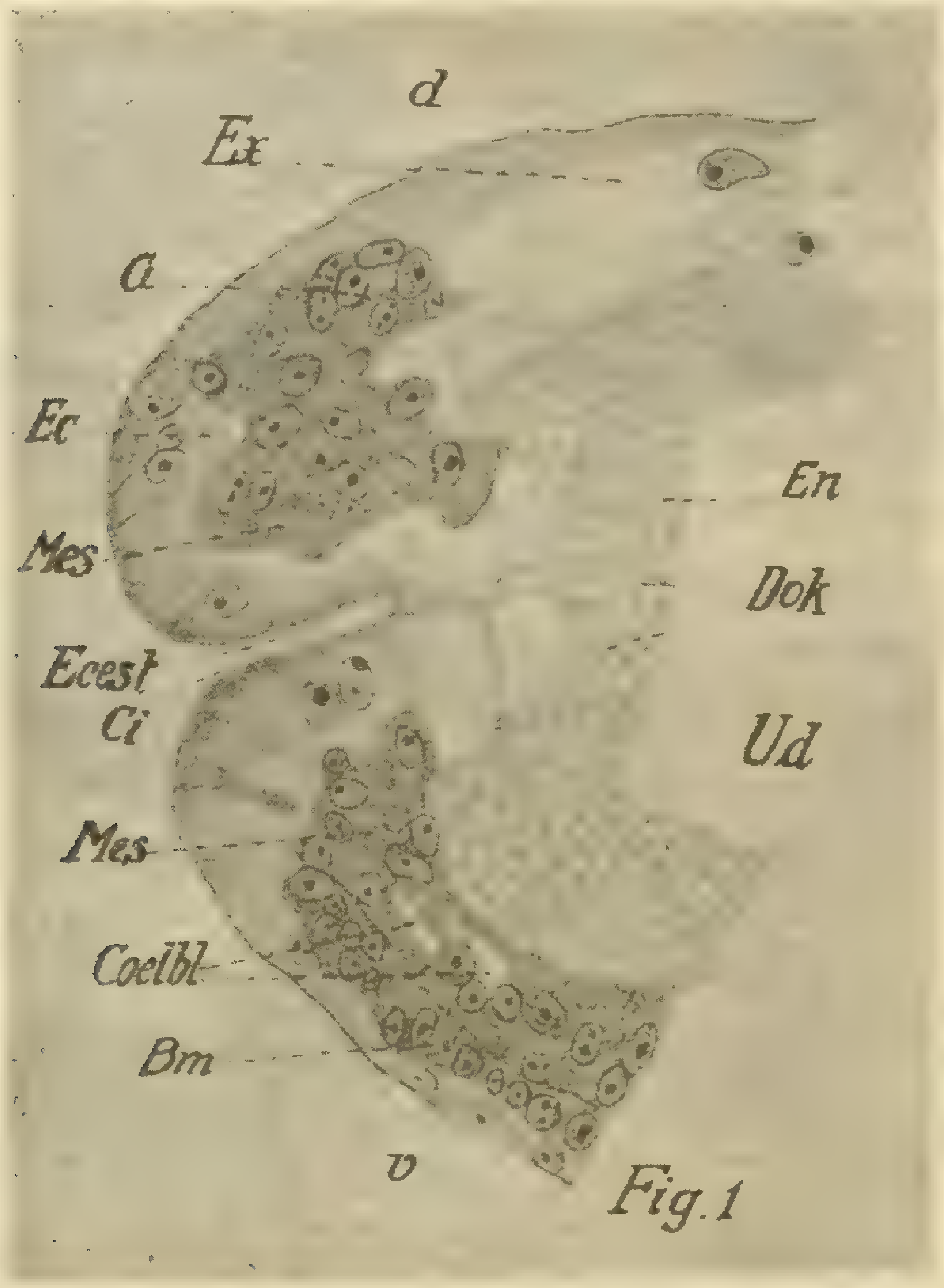


Fig. 1

Zeichenerklärung:

Bm = Bauchmark
Ci = Cilien
Coelbl = Coelombläschen
d = dorsal
Dok = Dotterkügelchen
Ec = Ektoderm

Ecest = ektod. Einstülpung
En = Entoderm
G = Gehirn
Mes = Mesoderm
Ud = Urdarm

senen Individuen dem Pharynx das charakteristische Gepräge gibt. Wir sind also bereits berechtigt hier von einer Andeutung des ektodermalen Pharynx zu sprechen. Die Zellen des äussern Keimblattes sind am Grunde der Einstülpung niedriger und protoplasmaärmer als die andern. Auch die Entodermzellen sind da, wo sie mit dem Ektoderm parallel laufen, in geringem Betrage abgeflacht. Eine bevorstehende Auflösung von Ektoderm und Entoderm lässt sich wohl vermuten,

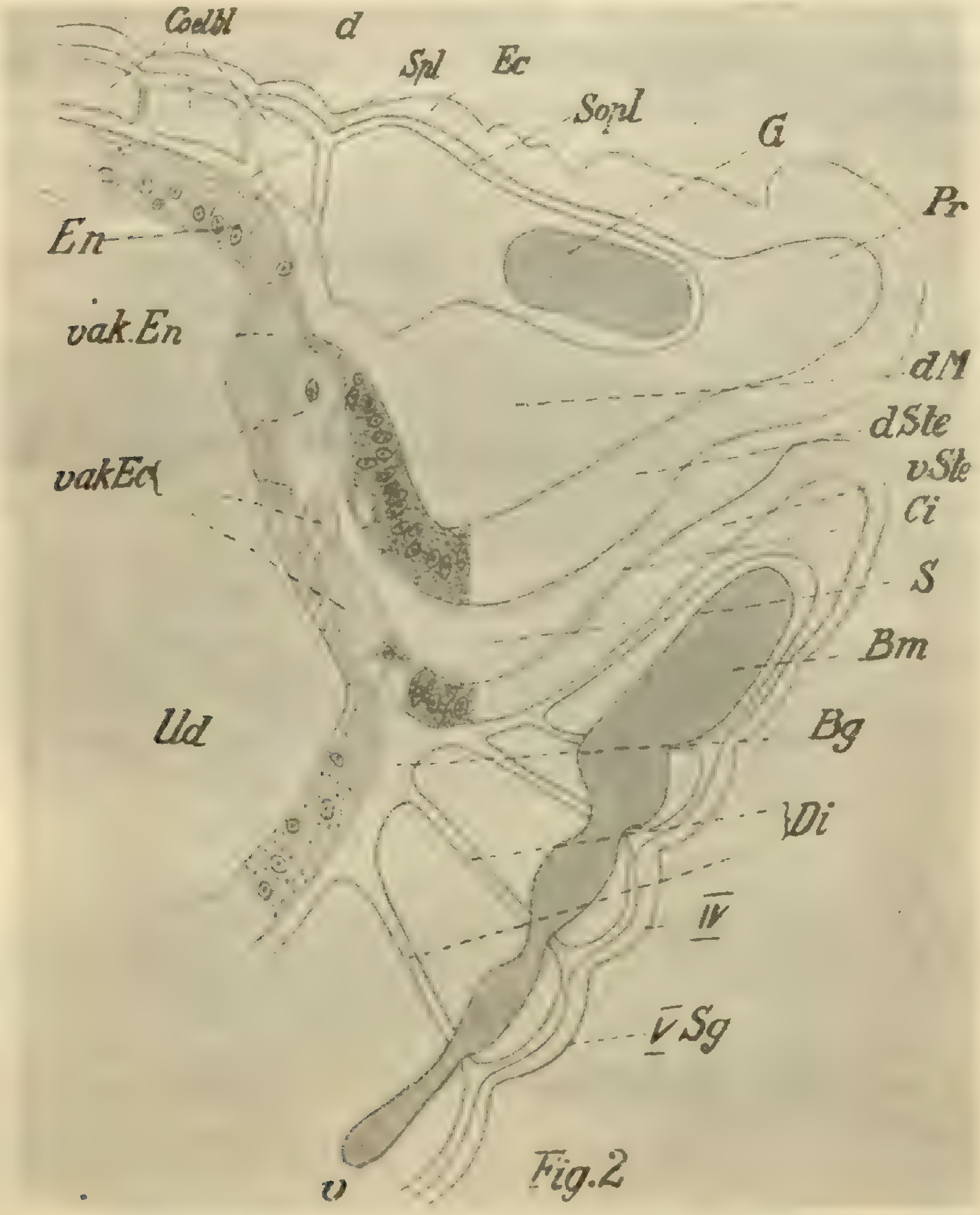


Fig.2

Zeichenerklärung:

Bm = Bauchmark
Bg = Bauchgefäss
Ci = Cilien
Coelbl = Coelombläschen
d = dorsal
Di = Dissepiment
d. M. = dorsaler Muskelwulst

d. Ste = dors. Stomodaeum-epith.
Ec = Ektoderm
En = Entoderm
G = Gehirn
Pr = Prostomium
S = Stomodaeum
Sg = Segment

Sopl = Somatopleura
Spl = Splanchnopleura
Ud = Urdarm
v = ventral
v. St. = ventrales Stomod'-epith.
vak. Ec = vakuolisiertes Ektod.
vak. En = vakuloisiertes Entod.

Quer- und Sagittalschnitte lassen aber noch keine Verbindung zwischen Vorder- und Mitteldarm erkennen.

3. Die Verhältnisse direkt vor und während des Durchbruches von Ektoderm und Entoderm.

Das Stomodaeum ist noch weiter einwärts gewachsen und zwar bei allen Spezies bis zum IV. Segment inklusive, welche Länge ein Maximum darstellt. Diese Ergebnisse, an Lumbriciden gefunden, können also ohne Zwang mit den Angaben Vejdovskýs (1884) und Wilsons (1889) in Einklang gebracht werden, die auch eine, sich über 4 Segmente erstreckende Invagination feststellen. (Fig. 2). Die zu erwartende Histolyse tritt ein und wird durch Vakuolenbildung, die sich zuerst im Ektoderm, unmittelbar darauf auch im Entoderm bemerkbar macht, eingeleitet. Sukzessive degenerieren nun die Zellen der beiden Keimblätter an dieser Stelle, und die von Hoffmann angeführten „4 hyalinen Zellen“ sind wahrscheinlich nichts anderes als Überreste solcher vakuolisierter Zellen. Der dorsale Muskelwulst im Gebiete der stomodaealen Einstülpung hat stark an Ausdehnung zugenommen. (Fig. 2).

4. Das durchgehende Darmrohr.

Die Folge dieser gänzlichen Rückbildung der das Lumen des Darmkanals als Scheidewand ursprünglich unterbrechenden Ektoderm- und Entodermepithelien ist das Auftreten eines durchgehenden Darmrohres. Der dorsale Muskelwulst, das morphologische Charakteristikum des Pharynx, liegt ganz in der Zone der ektodermalen Einstülpung. Aus allen übereinstimmenden Befunden ist zu schliessen, dass der ganze Lumbriciden-Pharynx mit grösster Wahrscheinlichkeit ektodermaler Herkunft ist. Die Anschauungen Vejdovskýs (1888—1892), wonach der Lumbriciden-Pharynx sich vom Entoderm ableitet, können wir nicht bestätigen. Unsere Ergebnisse decken sich im allgemeinen mit der früheren Ansicht Vejdovskýs (1884), mit den Darstellungen Wilsons (1889) und Hoffmanns (1900). (Auf die Unterschiede kann nicht eingetreten werden).

Morphologisch-histologisch kann bei ältern Embryonen und bei ausgewachsenen Exemplaren die Grenze zwischen Ektoderm und Entoderm selbstverständlich nicht mehr genau angegeben werden, weil der Übergang sich allmählich verwischt. Bei diesen ältern Formen konnte also die Frage, wo inneres und äusseres Keimblatt zusammenstossen, nicht mehr beantwortet werden.

Ein Mittel, auch hier die Grenzbestimmung zuverlässig vornehmen zu können, geben uns die Dissepimente, denn wie wir schon oben bemerkt haben, erstreckt sich die ektodermale Einstülpung maximal bis zum IV. Segment inklusive.

Später erfolgt eine Differenzierung des ektodermalen Vorderdarmes in Mundhöhle (Stoma) und eigentlichen Pharynx.

Dem starken Wachstum des dorsalen Pharynx-Muskelwulstes geben die Dissepimente durch Ausbiegen nach hinten Platz. Dies hat zur Folge, dass in diesem vordersten Teile innere und äussere Gliederung nicht übereinstimmen. Es stellt sich folgendes als sehr wahrscheinlich heraus: Der Pharynx, der laut embryologischen Befunden die ersten 4 Segmente umfasst, erstreckt sich, nach der äussern Ringelung gemessen, auf 6 Segmente. Vom achten Ringel an stehen dann innere und äussere Segmentierung zumeist im Einklang.

5. Auskleidung des Stomodaeums mit Cilien und Cuticula.

Für die ausgewachsene Pharynxhöhle der verschiedenen Regenwurmarten wurde von mehreren Forschern wie Vejdovský (1884), Beddard (1895), Hescheler (1898), Lidia Dequal (1909) und Lore Meyer (1913) ein Wimperepithel festgestellt. Die Mundhöhle (Stoma) besitzt wie die Körperepidermis eine echte Cuticula.

In der Embryonalentwicklung lässt sich zunächst eine gleichmässige, kontinuierliche Bewimperung im ganzen Stomodaeum beobachten. Dann macht sich eine Rückbildung der Cilien von vorn nach hinten geltend, und nach den Präparaten zu schliessen, scheint deshalb eine Beteiligung der Cilien zur Bildung der Cuticula ausgeschlossen. Die definitive Bewimperung bei ausgewachsenen Individuen tritt erst nachher auf und ist daher eine Neubildung.

Vergleichungen zwischen der embryonalen und regenerativen Entwicklung des Vorderdarms der Oligochaeten.

Diese embryologischen Ergebnisse scheinen auch nach anderer Richtung hin von Interesse; denn in neuester Zeit wurde meist im Anschlusse an embryologische Arbeiten oder umgekehrt, solchen über Regeneration, die Frage aufgeworfen, wie weit regenerative und ontogenetische Bildung übereinstimmen. Nicht selten standen sich die Ansichten der Autoren diametral gegenüber, und einzelne gelangten dazu, sogar von einer Erschütterung der Keimblätterlehre zu sprechen, obschon diese Theorie ihre Basis auf eine überaus grosse Anzahl von Tatsachen gründet. Dieser mehr spekulativen Seite der Frage gehe ich nicht nach, sondern es sollen hier vielmehr die feststehenden Tatsachen der beiden Entwicklungsweisen innerhalb der Oligochaeten miteinander verglichen werden. Nur wo detailierte Kenntnisse beider Erscheinungen vorliegen, von denselben Arten gewonnen, können vorteilhaft Vergleichungen angestellt werden. Wir werden sehen, dass diese Bedingungen bei manchen Vergleichungen nicht erfüllt waren und deswegen den Schlüssen nicht genügende Beweiskraft zukommt.

Von Wagner (1893) beobachtete an Lumbriculus variegatus, dass das Ektoderm bei der Regeneration am Aufbau des vordern Darmabschnittes nicht beteiligt ist, sondern nur das Entoderm. Die regenerative Entstehung des Vorderdarmes entspricht also nicht der Embryonalentwicklung.

Auch Rievel (1896), der die Regeneration des Vorderdarmes von verschiedenen Lumbricidenvertretern studierte, bestätigt die Resultate von Wagners. Von einer Einsenkung des Körperepithels zur Mundbildung ist keine Spur zu bemerken.

Hepke (1897) ist für Naiden zu ganz gegenteiligen Ergebnissen gekommen. Nach seiner Darstellung ist der Vorderdarm mit Ausnahme einiger Zellen, die der alte Darm liefert, rein ektodermalen Ursprungs.

Von Wagners kurze Angaben (1897) kontrastieren nun vollständig mit seinen frühern und mit Rievels Anschauungen. Auch er sieht jetzt vorn am Regenerat eine trichterförmige Einstülpung der Epidermis und damit eine gewisse Ähnlichkeit mit der Ontogenese.

Hescheler (1898), dem verschiedene Lumbricidenvertreter zur Untersuchung vorlagen, findet ähnlich wie von Wagner, dass auch bei der Regeneration sich ein Stomodaeum (Mund) epithelialer Herkunft bildet, das sich bis zum dritten Segment inklusive erstreckt. Das Pharynxepithel wird sicher vom alten Darm regeneriert. Vorausschauend bemerkt Hescheler, dass er die Frage, ob die Regeneration des Pharynx von Zellen des entodermalen Oesphagus oder von solchen des alten Pharynx bewerkstelligt werde, unentschieden lasse. Er ist eher der Ansicht, dass bei der Operation von 5 Segmenten, ein Stück Pharynx zurückgeblieben ist. Wenn wir uns erinnern wollen, haben unsere embryologischen Ergebnisse eine auf 6 äussere Ringel sich erstreckende ektodermale Einstülpung wahrscheinlich gemacht, sodass bei einer Amputation von 5 äussern Segmenten immer Reste des ektodermalen Pharynx zurückgeblieben sind. Der Aufbau des Regenerates geschah deshalb in erster Linie aus entwicklungsgeschichtlich ektodermalen Pharynxzellen. Daraus ist zu ersehen, wie wichtig die Kenntnis der ontogenetischen Vorgänge für die Beurteilung und Vergleichung der Regeneration ist, damit keine Unklarheiten entstehen. Typisch ist, dass eine Einstülpung der Körperhaut resp. des Ektoderms vorkommt.

Haase (1899) liess Tubifex rivulorum regenerieren. Nach seinen Untersuchungen ergibt sich, dass der Pharynx aus dem entodermalen Teil des Darms regeneriert wird. Dazu kommt eine ektodermale Einstülpung, welche die Mundhöhle liefert. Im Anschluss an diese Arbeit scheinen uns noch folgende Bemerkungen von Bedeutung: Haase selbst vermutet nur, dass der Pharynx von Tubifex ektodermalen Ursprungs sei, aus Analogie zu andern Oligochaeten, denn embryologisches Tatsachenmaterial stand ihm nicht zur Verfügung. Werden an Tubifex 4—6 Segmente amputiert, (Haase bemerkt diese Zahl ausdrücklich), so besteht auch hier die Möglichkeit, vorausgesetzt, dass die ontogenetische Entwicklung ähnlich ist wie bei Lumbriciden, am zurückgebliebenen alten Darm noch ursprünglich eingewachsene Ektodermzellen anzutreffen. Die genaue Kenntnis der Ontogenie ist auch hier erforderlich, bevor stichhaltige, einwandfreie Vergleichungen zwischen Regeneration und Ontogenie angestellt werden können.

Dasselbe lässt sich sagen über die Arbeiten von Wagners, Rievels und Hepkes. Die embryologische Entwicklung ihrer Objekte ist nicht genau bekannt, und ebenso vermissen wir Angaben über die Zahl der amputierten Segmente.

Es haben noch eine Reihe von Autoren z. B. Abel (1902), Winkler (1902), Iwanow (1903), Nusbaum (1904), Tirala (1913) sich über die Regeneration von Oligochaeten ausgesprochen, aber immer fehlen entweder die genauen Kenntnisse über die normale Entwicklung der betreffenden Art, oder Angaben über die Zahl der operierten Segmente. Auch die Untersuchung von Johanna Kröber (1900) vermag nicht endgültig zu entscheiden.

Da die genannten Bedingungen noch nicht erfüllt sind, ist die Entscheidung der Frage, ob Regeneration und Embryonalentwicklung gleich verlaufen oder ob sie einander gegenüberstehen, weder nach der einen, noch nach der andern Seite gefallen. Damit die Grundlagen für ein förderndes Vergleichen vorhanden sind, ist es nach unserm Dafürhalten unerlässlich, dass für diejenigen Formen, die zu Regenerationszwecken herangezogen werden, in der Ontogenie die Grenze zwischen Ektoderm und Entoderm festgestellt werde. Ebenso wichtig ist zu wissen, wie viele Segmente amputiert wurden, damit eine regenerative Neubildung aus entwicklungsgeschichtlich ektodermalem Mutterboden ausgeschlossen werden kann.

Das gewichtige Urteil Eisigs trifft wohl das Richtige, wenn es sagt, dass der Versuch, die Keimblätterlehre auf Grund der Erfahrungen der Regeneration zu beurteilen, als verfehlt gelten muss. „Die Keimblättertheorie ist das Ergebnis einer auf breitester Basis ruhenden Generalisation; die Regeneration ist vorläufig ein der Forschung gestelltes Problem".

Über die Konstruktion einer speziellen automorphen Funktion.

Von

Rudolf Fueter.

(Als Manuskript eingegangen am 30. Dezember 1918.)

Es sei S eine hyperbolische Substitution der Modulgruppe:

$$S = \begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{pmatrix}, \quad \alpha\delta - \beta\gamma = 1,$$

wo $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ganze rationale Zahlen sind. Dann gelingt es, die zu der zyklischen Untergruppe mit der Erzeugenden S gehörenden automorphen Funktionen auf folgende einfache Weise zu konstruieren.

Die Fixpunkte von S legen einen quadratisch-reellen Körper $k(\sqrt{m})$ fest; dieser ist gegeben durch die Wurzeln ω und ω' der Gleichung

$$\omega = \frac{\alpha\omega + \beta}{\gamma\omega + \delta}.$$

Ich beschränke mich hier auf den Fall, dass die Zahl ω eine reduzierte Zahl von $k(\sqrt{m})$ sei.[1]. Dann ist ω in einen sofort periodischen Kettenbruch entwickelbar:

$$\omega = a_0 + \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \dots + \cfrac{1}{a_{\nu-1} + \cfrac{1}{\omega}}}}. \qquad (a_n > 0).$$

Ich setze:

$$a_n = a_m, \text{ falls } n \equiv m \pmod{\nu}$$

und bezeichne die Näherungsbrüche von ω mit $l_n = \frac{P_n}{Q_n}$. Es ist dann

$$l_0 = \infty;$$
$$P_n = a_{n-1}\, P_{n-1} + P_{n-2}$$
$$Q_n = a_{n-1}\, Q_{n-1} + Q_{n-2},$$
$$P_n\, Q_{n-1} - P_{n-1}\, Q_n = (-1)^n,$$
$$\omega = \frac{P_\nu\,\omega + P_{\nu-1}}{Q_\nu\,\omega + Q_{\nu-1}},$$

---

[1] Weber. Algebra. Braunschweig, 1898. Bd. I. pag. 404 u. ff.

und S ist Potenz der unimodularen Substitution

$$\overline{S} = \begin{pmatrix} P_\nu & P_{\nu-1} \\ Q_\nu & Q_{\nu-1} \end{pmatrix}.$$

Auch hier beschränke ich mich auf den einfachsten Fall, dass S die Substitution $\overline{S}$ selbst sei und dass ν gerade sei. Ich frage also nach automorphen Funktionen der Substitution:

$$S = \begin{pmatrix} P_\nu & P_{\nu-1} \\ Q_\nu & Q_{\nu-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{pmatrix}.$$

Dazu definiere ich l_n auch für negative n durch die Rekursionsformeln:

$$l_n = \frac{P_n}{Q_n};\ P_n = P_{n+2} - a_{n+1} P_{n+1},\ Q_n = Q_{n+2} - a_{n+1} Q_{n+1}.$$

Es ist dann $l_{-1} = 0$. Ist ω' die konjugierte von ω, so sind die l_n für negative n die Näherungsbrüche von ω'.

Es sei:

$$E_k(z, \omega) = \prod_{n=-\infty}^{+\infty} \frac{1 - \dfrac{z}{l_{\nu n+2k}}}{1 - \dfrac{z}{l_{\nu n+2k+1}}};\quad k = 0, 1, \ldots, \frac{\nu}{2} - 1.$$

Dabei ist der Faktor

$$\frac{1 - \dfrac{z}{l_{-2}}}{1 - \dfrac{z}{l_{-1}}} \text{ durch } \frac{l_{-2} - z}{-z}$$

zu ersetzen. Das Produkt konvergiert in jedem Bereiche von z, der die Punkte ω, ω', l_n, $n = 0, \pm 1, \ldots$ nicht enthält, gleichmässig, wie ein sehr einfacher Beweis zeigt.

Die Funktion E_k genügt der Funktionalgleichung:

$$E_k\left(\frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}, \omega\right) = \frac{\omega_{2k+1}}{\omega'_{2k+1}} E_k(z, \omega), \tag{1}$$

wo ω'_{2k+1} die konjugierte von ω_{2k+1} ist und ω_{2k+1} eine zu ω ähnliche reduzierte Zahl von $k(\sqrt{m})$ ist:

$$\omega_{2k+1} = \frac{Q_{2k}\ \omega - P_{2k}}{-Q_{2k+1}\,\omega + P_{2k+1}}.$$

Es ist praktisch, statt der Variablen z in E_k die Variable

$$\zeta = \frac{z - \omega}{z - \omega'}$$

einzuführen, wo den Punkten $z = \omega$ und ω' die Punkte 0 und ∞ der ζ-Ebene entsprechen. Ist

$$E_k(z, \omega) = H(\zeta, \omega),$$

so wird (1):

$$H(\varrho\, \zeta, \omega) = \frac{\omega_{2k+1}}{\omega'_{2k+1}} H(\zeta, \omega),$$

wo

$$\varrho = (P_\nu - Q_\nu\, \omega)^2$$

das Quadrat der Grundeinheit ε des quadratischen Körpers $k(\sqrt{m})$ ist. Die Funktionen:

$$U_k(\zeta, \omega) = \zeta \frac{dlg\, H_k(\zeta, \omega)}{d\,\zeta}$$

sind dann die gesuchten automorphen Funktionen, da sie der Relation:

$$U_k(\varrho\, \zeta, \omega) = U_k(\zeta, \omega) \tag{2}$$

genügen.

Bleiben wir zur Diskussion auf der ζ-Ebene, so ist der Diskontinuitätsbereich der Funktionen U_k ein Kreisring um 0; die Radien r_1 und r_2 der beiden begrenzenden Kreise stehen in der Beziehung

$$r_1 = \varrho\, r_2$$

zu einander. In jedem Diskontinuitätsbereich hat die Funktion U zwei einfache Pole und zwei einfache oder eine doppelte Nullstelle. Die Pole sind zwei der Zahlen

$$\frac{l_{\nu n+2k+1} - \omega}{l_{\nu n+2k+1} - \omega'}, \quad \frac{l_{\nu n+2k} - \omega}{l_{\nu n+2k} - \omega'};$$

also Zahlen des Körpers $k(\sqrt{m})$. Sind μ_1, μ_2 die beiden Nullstellen, ν_1, ν_2 die beiden Pole, so ist

$$\frac{\nu_1\ \nu_2}{\mu_1\ \mu_2} = \varrho^r,$$

wo r irgend eine ganze rationale Zahl ist.

Alle automorphen Funktionen, die zur selben Gruppe gehören, sind rationale Funktionen von zwei Funktionen U_k. Zwischen letztern besteht eine quadratische Gleichung. Die Funktionen $\zeta \frac{dU_k}{d\,\zeta}$ sind ebenfalls automorph. U_k genügt daher einer Differentialgleichung 1. Ordnung der Form:

$$\left(\zeta\frac{dU_k}{d\zeta}\right)^2 + R_1(U_k)\,\zeta\frac{dU_k}{d\zeta} + R_2(U_k) = 0\,,$$

wo R_1 und R_2 rationale Funktionen sind. Ausserdem stehen die Funktionen U_k mit den elliptischen Funktionen in einfachem Zusammenhang.

Die Beweise und weitern Ausführungen werden in einer demnächst erscheinenden Zürcher Dissertation veröffentlicht werden.

Mitteilungen aus dem botanischen Museum der Universität Zürich
LXXXIII.

Beiträge zur Adventivflora der Schweiz (III).

Von

A. Thellung (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 20. Januar 1919.)

Nach einer, hauptsächlich durch meine zeitweise Mitarbeiterschaft an Ascherson u. Gräbners Synopsis und an Hegis Illustrierter Flora von Mittel-Europa bedingten, längern Unterbrechung kann ich nunmehr den Fachgenossen einen dritten[1]) Beitrag zur Adventivflora der Schweiz vorlegen. Für die Auswahl der aufzunehmenden Arten waren ähnliche Gesichtspunkte wie früher massgebend: berücksichtigt wurden in erster Linie die für die Schweiz oder Mitteleuropa neuen oder sehr seltenen oder kritischen Arten, während von den häufiger zu beobachtenden (zumal von den im I. Teil der Flora von Schinz und Keller aufgeführten) Spezies in der Regel höchstens noch unpublizierte Vorkomnisse namhaft gemacht werden. Als Quellen haben mir gedient: die Herbarien der botanischen Museen der Universität Zürich und der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, für deren Benutzung ich den betreffenden Direktoren und Konservatoren, den Herren Professoren Dr. Hans Schinz, Dr. C. Schröter und Dr. M. Rikli, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche; ferner, neben eigenen Beobachtungen (besonders um Zürich und Arosa), die mir zur Bestimmung bezw. Revision und Publikation überlassenen Funde der Herren: stud. phil. P. Aellen-Basel (Funde von Basel, Solothurn, Aarau, Schaffhausen, Thurgau u. a. m.), Dr. E. Baumann-Zürich, stud. phil. A. Becherer-Basel, Dr. A. Binz-Basel, Prof. J. Bourquin-Pruntrut, † B. Branger-St. Moritz, Dr. Dutoit-Bern (Funde bei Solothurn, übermittelt von Dr. W. Rytz), Prof. Dr. E. Fischer-Bern, A. Gaille-St. Aubin (Neuchâtel), Dr.

---

[1]) Vgl. A. Thellung, Beiträge zur Adventivflora der Schweiz. Mitteil. aus d. Bot. Mus. d. Univ. Zürich XXXVI, 2. Beiträge zur Kenntnis der Schweizerflora (VIII), in Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich, LII (1907), 434—473. — Ders., Beiträge zur Adventivflora der Schweiz (II). Mitteil. . . . LVI, 2. Beiträge zur Kenntnis der Schweizerflora (XII), in Vierteljahrsschr. . . . LVI (1911), 269—292.

H. Gams-Zürich (Zürich und Unterwallis), cand. med. W. Greuter-Winterthur (Funde von der „Steigmühle"-Töss), † Prof. Dr. P. K. Hager-Disentis, Dr. F. Heinis-Basel (Funde aus Basel-Land), pharm. W. Koch-Zürich (besonders St. Gallen), stud. phil. H. Lauer-Zürich, H. Lüscher-Muri, Prof. Dr. J. Murr-Feldkirch, Dr. R. Probst-Langendorf (Solothurn), Dr. F. Rohrer-Zürich, Bahnhofvorstand A. Schnyder-Buchs (St. Gallen), stud. phil. W. Weber-Basel, Prof. Dr. E. Wilczek-Lausanne, Oberlehrer F. Zimmermann-Mannheim. Für die Zusendung von Material aus den ihnen unterstellten Herbarien bin ich ausserdem zu Dank verpflichtet den Herren Konservatoren Dr. A. Binz in Basel, Dr. W. Rytz in Bern und Dr. P. Steinmann in Aarau. Endlich haben mich durch Mitteilungen oder durch ihre Mithülfe bei der Bestimmung kritischer Arten freundlichst unterstützt die Herren G. Beauverd-Genf, F. Cavillier-Nant sur Vevey (Doronicum), Prof. E. Hackel-Attersee (Oberösterreich) (Gramina), Prof. Dr. E. Palla-Graz (Cyperus), Dr. O. Stapf-Kew bei London (Gramina) und Dr. F. v. Tavel-Bern.

Ein nicht unbeträchtlicher Teil der seit 1911 gemachten und von mir bestimmten Adventivfunde ist bereits — mit meinem vollen Einverständnis — niedergelegt in folgenden Publikationen:

1913. Murr, Dr. Josef. Die Gartenflora von Tirol und Liechtenstein. — 58. Jahresber. d. k. k. Staatsgymnasiums in Feldkirch, 1912—13 (1913), 3—34.

1914. Schnyder, A. Beiträge zur Flora der Kantone St. Gallen und Appenzell (Buchs und Umgebung) aus den Jahren 1910—1913. — Jahrb. 1913 der St. Gall. Naturw. Ges. (1914), 161—177; speziell S. 161—165 („Bahnhofareal" [von Buchs]).

1914. Probst, R. Die Adventiv- und Ruderalflora von Solothurn und Umgebung. — Mitteil. Naturf. Ges. Solothurn. 5. Heft. XVII. Ber.. 1911—1914 (1914), 157—215.

1914. Murr, Dr. J. Nachträge zur Flora von Vorarlberg und Liechtenstein. — 50. Jahresb. d. Landesmuseumsver. Vorarlb. (1914), sep. pp. 10—20.

1915. Binz, A. Ergänzungen zur Flora von Basel. — Verh. Naturf. Ges. Basel, Bd. XXVI (1915), 176—221; speziell S. 206—218 („Adventivpflanzen").

1916. Hager, Prof. Dr. P. K. Verbreitung der wildwachsenden Holzarten im Vorderrheintal (Kanton Graubünden). — Erhebungen über die Verbreitung der wildwachsenden Holzarten in der Schweiz, Lief. 3 (1916). [Enthält auf S. 258/9 Fussn. eine Aufzählung der mit algerischem Hafer (*Avena byzantina*) eingeschleppten Begleitflora.]

1916. Murr, Dr. J. Zur Flora von Vorarlberg und Liechtenstein. XI. — Allg. bot. Zeitschr., XXII (1916), 63—66.

1916. Aellen, Paul. Beiträge zur Basler Adventivflora. — Allg. bot. Zeitschr.. XXII (1916), Nr. 5—8, Mai-Aug. (20. XII. 1916), 67—73.

1917. Jacquet [sic!], Firmin. XI. Contribution à l'étude de la flore fribourgeoise. Espèces, variétés et stations nouvelles. — Mém. Soc. fribourg. Sc. nat., vol. III fasc. 4 (1917), 169—193.

1918. Aellen, Paul. Neue Bastardkombinationen im Genus *Chenopodium*. — Fedde, Repert. spec. nov., Nr. 422—426, Rep. Eur. et Medit. I. Bd. Nr. 17 (31. V. 1918), 177/257—179/259.

1918. Spinner, Henri. La distribution verticale et horizontale des végétaux vasculaires dans le Jura neuchâtelois. — Mém. Univ. Neuchâtel, II (1918), 201 pp.

1918. Lüscher, Hermann. Flora des Kantons Aargau. — Aarau, Sauerländer & Cie.; 1918, 217 S.

1919. Fischer, Ed. Neueres aus der Flora von Bern. II. — Mitteil. Naturf. Ges. Bern, Jan. 1919, 9 pp.

Der eigentlichen Aufzählung mögen einige Bemerkungen über den gegenwärtigen Stand der schweizerischen Adventivflora und ihre Erforschung vorausgeschickt werden. Während infolge der Kriegsereignisse in den kriegführenden Ländern Mitteleuropas, wie auch in Holland (nach A. W. Kloos briefl.) die Adventivflora als natürliche Folge der Unterbindung des überseeischen Verkehrs einen gewaltigen Rückgang aufweist — [die ehedem so reiche Hamburger Adventivflora beschränkt sich (nach J. Schmidt briefl.) gegenwärtig auf Kulturflüchtlinge; weitaus die meisten Fremdpflanzen der Döhrener Wollwäscherei sind (nach Scheuermann in 5., 6. und 7. Jahresber. Niedersächs. Bot. Ver. Hannover, 1915 [1918], 62) verschwunden, so auch (infolge des Ausbleibens von frischem Nachschub) fast vollständig das von den dortigen Botanikern irrtümlich für eingebürgert gehaltene Xanthium spinosum; die wenigen noch in den letzten Jahren neu aufgetretenen Fremdlinge der niederrheinischen Hafenanlagen führt L. Bonte (briefl.) auf ruhende, früher eingeschleppte und erst jetzt gekeimte Samen zurück[1])] —, war in der Schweiz bis 1918 nichts derartiges zu bemerken, ausgenommen etwa den Baseler Rheinhafen, der bereits vielversprechende Anläufe zeigte, ein kleines Mannheim zu werden, der aber sofort mit Kriegsausbruch seine kommerzielle und damit auch seine botanische Funktion eingestellt hat); im Gegenteil, einzelne Lokalitäten, wie Basel, Solothurn und der Zürcher Güterbahnhof, wiesen in den letzten Jahren, vor allem 1917, eine reichere Adventivflora auf als je zuvor! Über den Stand der besonders von den Herren Aellen und Weber erforschten Baseler Adventivflora gibt die Publikation von P. Aellen (1916) Auskunft. Neben dem längst rühmlich bekannten Schuttplatz zwischen St. Jakob und „Neue Welt“ und dem „Ruchfeld“ bei Mönchenstein haben besonders viele Fremdpflanzen geliefert: ein Schuttplatz in Birsfelden, die Güterbahnhöfe Wolf und St. Johann in Basel, die „Badischen Lagerhäuser“ (Areal des alten Badischen Bahnhofes) und namentlich der Wiesendamm, dessen Florula dadurch bemerkenswert ist, dass sie — neben zahllosen, teilweise hybriden Chenopodien — wohl die ersten (mit Getreideabfällen) direkt in unser Land importierten Amerikaner enthält (während wir solche in der Regel erst aus zweiter oder dritter Hand von sekundären europäischen Ansiedelungsstellen aus erhalten): *[1]) Phalaris caroliniana, Vulpia octoflora, *Cyperus filiculmis, Rumex salicifolius, Verbena litoralis, Plantago aristata, *Purshii, *virginica, Helianthus annuus silvester, *H. petiolaris. Andere in Basel und Umgebung aufgefundene, für die Schweiz, meist auch für Mitteleuropa neue Amerikaner sind: *Cenchrus echinatus, *Setaria gracilis, Chloris virgata, *Cyperus reflexus, *Polygonum (cf.) ramosissimum, *Atriplex argenteum, *Lepidium bonariense. *L. ramosissimum, *Thelypodium lasiophyllum, *Solanum aff. nitidibaccatum, *S. cf. sarachoides, *Salvia reflexa, *Plantago cf. Myosuros, *Hemizonia pungens, Flaveria trinervia. — Herr Aellen hat ferner 1917 die Wollkompost-Florula einiger Tuchfabriken (Roggwil und Langental [Bern], Liestal [Basel-Land]) mit guter Ausbeute an mediterranen (vielleicht aber sekundär aus Süd-Amerika eingeschleppten ?), amerikanischen und teilweise auch südafrikanischen Arten abgesucht; desgleichen die Getreidelagerhäuser- und Ausladestellen bei den Bahnhöfen von Aarau, Romanshorn und Bürglen (Thurgau) mit vorzugsweise nordamerikanischen Fremdpflanzen. — In Freiburg machte Herr F. Jaquet (l. c. 1917) interessante floristische Aufnahmen im Hofe des Moulin Grand. — In Solothurn hat Dr. R. Probst der Geschichte der schweizerischen Adventivfloristik durch seine fortgesetzten Forschungen ein neues Ruhmesblatt beigefügt. Aus Abfällen von der Malzfabrik, die an verschiedenen Stellen zur Ablagerung gelangen und neuerdings namentlich in benachbarten Hühnerhöfen verfüttert werden, geht noch alljährlich eine erstaunliche Fülle neuer Fremdpflanzen auf; seit 1911 sind folgende Mediterranpflanzen neu aufgetreten: *Agrostis pallida, *Polygonum cognatum alpestre, Silene conoidea, S. muscipula, *S. papillosa, *Biscutella auriculata, *Diplotaxis tenuisiliqua, *Erucastrum varium, Iberis pectinata, *Lepidium spinosum, Coronilla cretica, Melilotus sulcatus *ssp. infestus, Ononis alopecuroides, *O. mitissima, Trifolium glomeratum, T. parviflorum, T. vesiculosum ssp. multistriatum, T. leucanthum, *Lavatera cretica, Malva nicæensis, Daucus aureus, *Cleonia lusitanica, Salvia napifolia, *Plantago cretia, *P. Lœflingii, *Scabiosa sicula, *Anacyclus valentinus ssp. dissimilis, Anthemis mixta *var. aurea, *Matricaria decipiens, Filago germanica *ssp. eriocephala, *Centaurea algeriensis, *C. napifolia, *Crepis parviflora. Hatten früher die Orientalen unter diesen Fremdlingen überwogen, so sind in den letzten Jahren — als natürliche Folge der veränderten kommerziellen und Transport-Verhältnisse — westmediterrane (besonders auch algerisch-marokkanische) Arten an ihre Stelle getreten. Schier unerschöpflich ist auch der Reichtum des gleichfalls von Dr. Probst alljährlich gründlich abgesuchten Wollkompost-Haufens der Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn an exotischen Arten. Zu den früher ausschliesslich vorhandenen Australiern sind in den letzten Jahren mehr und mehr auch Südamerikaner und Südafrikaner hinzugekommen; ob die gleichfalls in nicht unbeträchtlicher Zahl vorkommenden Mediterranpflanzen aus spanischer Wolle oder aber von sekundären australischen oder südamerikanischen Verbreitungszentren stammen, ist schwer zu entscheiden, vermutlich dürften beide Eventualitäten verwirklicht sein. Die Derendinger Wollenflora steht hiemit, wenn auch an Artenzahl, so doch an Mannigfaltigkeit der Provenienz hinter derjenigen des berühmten Port-Juvénal bei Montpellier und der Wollwäschereien von Galashiels in Schottland[1]) nicht mehr zurück. Damit ist natürlich auch die Schwierigkeit der Bestimmung der Fremdlinge bedeutend gewachsen: konnte man sich früher auf die Benutzung von Benthams Flora Australiensis beschränken, so muss jetzt neben der Flora Capensis auch die ungemein zersplitterte und mühsam zu beschaffende südamerikanische floristische und systematische Literatur konsultiert werden. Die wichtigsten Derendinger Neuerwerbungen sind: a) Australier: *Chloris divaricata, *C. scariosa, C. virgata (neben den noch immer vorhandenen C. truncata und ventricosa), *Eriochloa ramosa, *E. australiensis, *Panicum trachyrrhachis, *Danthonia semiannularis, *Astrebla triticoides, *Eragrostis cf. imbecilla, *E. setifolia, *Poa caespitosa, *Triraphis mollis, *Cyperus fulvus, *Atriplex cf. campanulatum, A. cf. roseum, Bassia quinquecuspis, Chenopodium cristatum, Ch. glaucum ssp. ambiguum, *Achyranthes aspera, *Sesuvium Portulacastrum, *Erodium cygnorum, *Daucus glochidiatus, *Physalis minima, Bidens pilosus, *Calotis hispidula, Cryptostemma Calendula, *Erechthites argutus, *E. quadridentatus; b) Amerikaner: Sporobolus cryptandrus, Chloris radiata, Polypogon elongatus, Hordeum comosum, H. euclaston, H. muticum, H. pusillum, Amarantus quitensis, *Lepidium spicatum, *Erodium cf. texanum, *Allocarya californica; c) Südafrikaner: *Panicum laevifolium, Amarantus Dinteri, A. Thunbergii, Monsonia biflora; d) Mediterranpflanzen: Silene nocturna, Trifolium Bocconei, T. tomentosum, *Scorpiurus vermiculatus, Erodium Botrys. — Eine erst in allerneuester Zeit zur Bedeutung gelangte Lokalität ist endlich der Schlamm- und Geschiebesammler des Wildbaches an der Grenze von Solothurn und Bellach, der, neben Gartenflüchtlingen (z. B. Dipsacus sativus, Callistephus chinensis und Chrysanthemum serotinum) und Adventivpflanzen verschiedener Herkunft (z. B. der nordamerikanischen Potentilla norvegica hirsuta), hauptsächlich durch die bei der Reinigung von (spanischer und argentinischer) Wolle in der Tuchfabrik von Langendorf-Solothurn abfallenden und in die Abwässer gelangenden Samen gespiesen wird. Bemerkenswerte Funde sind: Chenopodium hircinum, Amarantus quitensis und Xanthium echinatum (S.-Am.); *Melilotus elegans, Stachys italicus, Verbascum sinuatum, *Anacyclus valentinus und *Achillea Ageratum (W.-Medit.).

---

[1]) Den Rückgang der Adventivflora in der Gegend von Raab in Ungarn führt S. Polgár (briefl.) weniger auf das Ausbleiben fremder Samen als auf den Umstand zurück, dass die Ödländereien in der Umgebung von Mühlen und Wollwäschereien etc., die sonst den Fremdpflanzen bevorzugte Ansiedelungsstellen boten, jetzt durch eine intensivere Kultur in Beschlag genommen sind. Vgl. Magyar Bot. Lapok 1918 (1919), 28.

---

[1]) Durch einen vorgesetzten Stern (*) sind — wie auch in der systematischen Aufzählung — die für Mitteleuropa neuen Arten gekennzeichnet.

---

[1]) Vergl. darüber z. B. meinen Aufsatz: Pflanzenwanderungen unter dem Einfluss des Menschen. Englers Bot. Jahrbücher, Bd. 53. Beibl. No. 116 (1915), 37—66.

In der Adventivflora des Zürcher Güterbahnhofs hatte ich 1907 (l. c. 434, Fussn.) einen Rückgang konstatieren zu müssen geglaubt. Vielleicht war aber dieser Rückgang nur ein scheinbarer, nämlich auf unzulängliche Beobachtung zurückzuführen. Die Hauptausladestelle für Südfrüchte hatte nämlich — von mir unbemerkt! — ihren Standort verlegt, sodass ich wahrscheinlich — da naturgemäss bei der beträchtlichen Ausdehnung des Bahnhofareals dieses nicht alljährlich überall gleichmässig abgesucht werden kann — mehrere Jahre hindurch nicht an die „richtige“ Stelle kam! Nachdem ich sie 1916 glücklich wieder entdeckt, bot sie mir freilich eine Adventivflorula von einer Mannigfaltigkeit und Üppigkeit, wie ich noch nichts ähnliches zuvor gesehen, und die völlig an die natürlichen Verhältnisse in der südlichen Heimat gemahnte.[1] Namentlich der günstige Sommer und der milde Spätsommer von 1917 waren der Entwicklung dieser fremden Vegetation äusserst förderlich: am 1. August wies sie eine wahrhaft südliche Blütenpracht und Ende September einen reichlichen und guten Fruchtansatz auf, welch' letzterer mir namentlich auch für die genaue Bestimmung der Fremdlinge und damit für die Ermittlung ihrer engern Heimat sehr zu statten kam. Der Schwerpunkt ihrer Verbreitung liegt in Süd-Italien und Sizilien, so dass mit ziemlicher Sicherheit die Einschleppung aus diesem Gebiete mit Südfrüchten [1]) angenommen werden kann. Die hauptsächlichsten Vertreter dieser „sizilianischen Kolonie", die 42 für die Schweiz (darunter 19 auch für Mitteleuropa) neue Sippen zählte, sind: Phleum echinatum, Triticum ovatum, Amarantus [hybridus cruentus] patulus, Thelygonum Cynocrambe, *Silene bellidifolia, *S. fuscata, Sinapis pubescens, Brassica fruticulosa, Diplotaxis viminea, Raphanus [Raphanistrum] Landra, *Moricandia arvensis, Sisymbrium erysimoides, *Ononis serrata, Medicago ciliaris, M. obscura ssp. Helix, M. rugusa, M. scutellata, Melilotus siculus, Trifolium vesiculosum multistriatum, Lotus ornithopodioides, *Anthyllis tetraphylla, Astragalus baeticus, A. hamosus, *Psoralea americana villosa, Vicia villosa *pseudo-Cracca [1918], *Erodium [cicutarium] romanum, E. malacoides, Althaea cannabina, *Bifora testiculata [1918], Bupleurum Odontites [1918], Tordylium apulum, *Convolvulus pentapetaloides, *Heliotropium Bocconei, H. supinum, *Solanum sodomaeum, *Linaria heterophylla, Knautia integrifolia lyrata [1918], *Anthemis praecox, Anacyclus radiatus, *Chrysanthemum hybridum, *Achillea ligustica, Inula viscosa, *Senecio squalidus, Sonchus tenerrimus, *Hypochoeris Achyrophorus, Tragopogon hybridus, Picris echioides *humifusa, Andryala integrifolia ssp. *tenuifolia. Eine Ausladestelle von noramerikanischem Getreide im Bahnhof Tiefenbrunnen bei Zürich bot die schweizerischen Neuheiten Potentilla norvegica hirsuta und Artemisia biennis neben Chenopodium Berlandieri und leptophyllum, Lepidium densiflorum, neglectum und virginicum, Oenothera laciniata, Dracocephalum parviflorum, Ambro-

---

[1] Eine weitgehende Analogie besteht auch mit der „Florula obsidionalis“ von Paris 1871, die aus Fourage der französischen Armee (algerischem, teilweise auch italienischem oder sizilianischem Heu) entstammte (vergl. Gaudefroy et Mouillefarine in Bull. Soc. bot. France XVIII [1871], 264—252). Gemeinsam vorgekommene Arten, die auch bei Paris eine besondere exotische Vegetation bildeten, sind z. B.: Phalaris canariensis, brachystachys, minor, coerulescens und paradoxa, Lagurus ovatus, Avena sterilis, Koeleria phleoides, Cynosurus echinatus, Briza maxima, Vulpia ligustica, Bromus villosus, Brachypodium distachyum, Hordeum marinum, Rumex bucephalophorus, Amarantus albus, deflexus, Silene fuscata, Ranunculus muricatus, Diplotaxis erucoides, Eruca vesicaria (s. str.), Hirschfeldia incana, Rapistrum [rugosum] Linnaeanum, Reseda alba, Medicago scutellata, orbicularis, hispida, ciliaris, intertexta, truncatula, aculeata, Murex, Melilotus indicus, siculus, sulcatus, Trifolium maritimum,

---

resupinatum, spumosum, Lotus ornithopodioides, Tetragonolobus purpureus, Astragalus hamosus, Vicia bithynica, dasycarpa, pseudocracca, Lathyrus Clymenum, articulatus, Ochrus, Coronilla scorpioides, Ornithopus compressus, Erodium malacoides, Euphorbia segetalis, Malva nicæensis, parviflora, Lythrum meonanthum, Echium plantagineum, Plantago Lagopus, Psyllium, Anthemis praecox, Anacyclus clavatus, Chrysanthemum Myconis, coronarium, Hypochoeris Achyrophorus.

[1]) Die Reichhaltigkeit dieser Südfrüchte-Unkrautflora steht in gutem Einklang mit der Tatsache, dass vor dem Ausbruch des Weltkrieges (1914) die Schweiz die Hauptabnehmerin der italienischen Agrumen war; der Import belief sich auf jährlich zirka 900,000 Doppelzentner Orangen und Mandarinen im Werte von zirka 60 Millionen Lire und von Zitronen im Werte von etwa 50 Millionen Lire.

sia trifida, Grindelia decumbens etc. — Am 4. X. 1917 besuchte ich wohl als erster Botaniker die Vigogne-Spinnerei in Pfyn bei Felben (Thurgau) und konnte auf einem Komposthaufen von Baumwollabfällen verschiedenster Herkunft u. a. Leptochloa chinensis, *Amarantus scleropoides (bisher nur aus Texas bekannt, also ein sehr bestimmter Provenienz-Indikator!), *Malvastrum coromandelianum und Solanum nodiflorum sammeln. — Herr Walo Koch botanisierte mit schönem Erfolg im Bahnhofgebiet von Rorschach zwischen den Lagerschuppen und dem Schlachthaus und an den Ufern der Goldbach bei Tübach (St. Gallen) in der Nähe einer Mühle. — Der Bahnhof von Buchs (St. Gallen, Rheintal), dessen Florula Herr Bahnhofvorstand Schnyder unablässig sorgfältig registriert, hat auch weiterhin seine Rolle als Eingangspforte für den osteuropäischen Güterverkehr und damit auch als Einfallstor für östliche Fremdpflanzen gespielt.¹) In den letzten Jahren ist der Buchser Bahnhof auch Umladestation für den Transport von Südfrüchten geworden; die Folge davon ist das Auftreten einer ganz ähnlichen Mediterranvegetation wie im Züricher Bahnhof (neben Rumex bucephalophorus namentlich zahlreiche Leguminosen: Medicago scutellata, aculeata, hispida var. lappacea, Melilotus sulcatus, Coronilla scorpioides, Lathyrus Ochrus und articulatus etc., die gleich einigen Gramineen dem den Südfrüchtesendungen als Frostschutz beigegebenen Heu-Ausstopfmaterial²) entstammen dürften). Endlich ist Buchs auch Transitstation für die aus Italien kommende österreichische Gefangenenpost geworden; mit einer solchen Liebesgaben-Sendung dürfte nach Herrn Schnyder Euphorbia maculata eingeschleppt worden sein. — Der Komposthaufen der Aroser Kehrichtverbrennungsanstalt bot mir 1915—18 neben zahlreichen verwilderten Kulturpflanzen die für die Schweiz neue Vicia articulata (monanthos). — Endlich — last not least — beobachtete der leider allzufrüh verstorbene Dr. P. K. Hager bei Disentis im Bündner Oberland 1915/16 unter angebauter Avena byzantina eine Reihe von begleitenden algerisch-marokkanischen Unkräutern, aus deren Liste (l. c. 1916) folgende herausgegriffen seien: Phalaris brachystachys, Anthoxanthum

---

¹) Herr Schnyder macht in seiner Publikation (l. c. 1914, 173—176) auf ein eigenartiges Wanderungsmittel von Pflanzen aufmerksam, das am Bahndamm bei Buchs und auch im Bahnhof selbst in Funktion trat: die sogen. „Eisenbahnmischung", d. h. ein Gemenge von Samen aus allen Teilen Österreich-Ungarns, das von den österreichischen Staatsbahnen speziell zur Bepflanzung von Bahndämmen und -Einschnitten verwendet wird.

²) In einer solchen Heuprobe konstatierte Herr Schnyder auch vertrocknete Fruchtexemplare von Hippocrepis unisiliquosa L., deren Samen sich als nicht keimfähig erwiesen.

aristatum, Avena sterilis * var. segetalis, Bromus villosus, B. madritensis, Eruca vesicaria (s. str.), *Erucastrum varium, *E. Thellungii, Hirschfeldia incana geniculata, Brassica fruticulosa * var. mauritanica, Raphanistrum rugosum Linnaeànum, Chrysanthemum coronarium, Anthemis mixta * var. aurea und *Anacyclus valentinus dissimilis. Einige dieser Unkräuter, so namentlich die prächtige Anthemis mixta aurea, waren schon vor der Kulturpflanze in Blüte und erlaubten mir die Feststellung, dass der sich entwickelnde Saathafer nicht aus Russland (wie die erste Angabe lautete), sondern aus Algerien oder Marokko stammte und folglich nicht A. sativa, sondern nur A. byzantina sein könne, was sich denn auch nachträglich bestätigt hat.

Das Jahr 1918 brachte dann freilich der schweizerischen Adventivflora auf der ganzen Linie einen empfindlichen Rückschlag, der allerdings wohl nur zum kleinen Teil auf die infolge der Kriegsereignisse verminderte Einfuhr, in der Hauptsache vielmehr auf ungünstige Witterungsverhältnisse zurückzuführen ist. Nachdem im Zürcher Güterbahnhof die Saison Ende Mai und anfangs Juni mit einigen vielverheissenden Anfängen (Vulpia ligustica, Cerastium campanulatum, Sinapis pubescens, Vicia villosa *Pseudo-Cracca, Bupleurum Odontites, *Bifora testiculata, Knautia integrifolia, Achillea ligustica und Crepis pulchra nebst einer Unmenge von Cynosurus echinatus, Haynaldia villosa und Silene conica und den ziemlich alljährlich auftretenden Phleum subulatum, Lagurus ovatus, Bromus madritensis und villosus, Potentilla intermedia, Torilis nodosa und Valerianella eriocarpa) eingesetzt, vernichtete die Ende Mai beginnende Dürreperiode fast die ganze exotische Unkrautvegetation mit Ausnahme der vom letzten Jahr her überdauerten Perennen (Phalaris cœrulescens, Althaea cannabina, Mentha Pulegium, Linaria repens var. tristis, Inula graveolens [1]), Senecio squalidus und Sonchus tenerrimus). Auffallend war vor allem das gänzliche Ausbleiben der im vorhergehenden Jahr so massenhaft vertretenen einjährigen Leguminosen (besonders Medicago-Arten), woran vielleicht auch mangelhaftes „Jäten" des Unkrautes zwischen den Geleisen schuld war. Trotz der unermüdlichen Sammeltätigkeit des Herrn Dr. **Rohrer** konnten im Güterbahnhof im Laufe des Sommers und Herbstes nur noch 3 zürcherische

---

[1]) Diese Art wird in der Literatur als einjährig angegeben; indessen scheint der Umstand, dass sie im Zürcher Güterbahnhof mehrere Jahre, ohne zur Blüte zu gelangen, konstant an der gleichen Stelle auftrat, und zwar in von Jahr zu Jahr stärker werdenden Individuen, dafür zu sprechen, dass sie, wenngleich vermutlich monokarpisch, unter ungünstigen, die Blütenbildung verzögernden Bedingungen mehrere Jahre ausdauern kann.

Novitäten gefunden werden: Lavatera trimestris, Ammi Visnaga und Lactuca saligna. Das gleiche betrübliche Schauspiel boten infolge der Trockenheit auch die bestrenommierten Fundstellen um Solothurn und Basel. Die Solothurner Hühnerhofflora war im Frühsommer 1918 fast völlig verschwunden, nicht zuletzt auch durch intensiven Anbau von Kartoffeln und durch allzu gewissenhaftes Jäten. (Novitäten: *Silene rubella, *Ononis biflora und Lathyrus angulatus.) Der Komposthaufen der Derendinger Kammgarnfabrik bot fast nur Gräser, unter diesen immerhin wieder einige Novitäten: aus Australien *Andropogon pertusus decipiens und *Aristida vagans (neben der schon früher einmal gefundenen Stipa verticillata), aus Amerika Cenchrus tribuloides (nebst einigen schon zuvor gefundenen Hordeum-Arten), Panicum sanguinale *marginatum und Paspalum distichum paspaloides; endlich die heimatlose Komposite Schkuhria advena. Die Baseler Bahnhofanlagen lieferten von Novitäten nur Ononis hircina, *Bifora testiculata und Orobanche crenata (neben Amarantus [hybridus] patulus, Phyteuma nigrum cœrulum und Senecio erraticus).

In neuester Zeit beschäftigen sich die Neuenburger Botaniker eingehend mit den s. Z. vom Baron Albert von Büren (1791—1874) zirka 1860—1870 vorgenommenen Einbürgerungsversuchen bei Vaumarcus (am Neuenburgersee) und auf dem Mont Aubert und mit deren Resultat. Da die Frage auch für unsere Zwecke von Interesse ist, möge hier eine Zusammenstellung der einschlägigen Literatur folgen:

Buren, Albert de. Acclimation de plantes dans le Jura. — Le Rameau de Sapin, III (1868), 35—36. [Betrifft die Umgebung von Vaumarcus.]

Buren, M. le baron Albert de. Sur l'acclimatation des plantes. — Bull. Soc. bot. France, XVI (1869), sess. extr. pp. X—XII. [Betrifft «une montagne du Jura, à 3500 pieds environ au-dessus du niveau de la mer», worunter der Mont Aubert zu verstehen ist.]

Andreae, V. Une plante nouvelle pour le canton [de Neuchâtel], *Andryala lanata* L. (Hieracium lanatum Vill.). — Le Rameau de Sapin, VIII (1874), 14. [Bei St. Aubin eingebürgert durch Herrn von Büren.]

Lerch. La Hacquetia Epipactis (DC.) au Mont Aubert. — Le Rameau de Sapin, 23ᵉ année (1889), 31 mit Abbildung. [Hält die Herkunft für unerklärt.]

Anonym. A propos de l'Hacquetia Epipactis (DC.) du Mont Aubert. — Le Rameau de Sapin, 23ᵉ année (1889), 34—35) [Resultate einer Umfrage.]

Christ, H. A propos de l'Hacquetia Epipactis (DC.) du Mont Aubert. — Le Rameau de Sapin, 23ᵉ année (1889), 35—36. [Hält die Pflanze für einheimisch.]

Gaille, Armand. Plantes nouvelles et plantes naturalisées. — Le Rameau de Sapin, 26ᵉ année (1892), 44.

Tripet, F. Un dernier mot sur l'«Hacquetia Epipactis, DC.» du Mont-Aubert. — Le Rameau de Sapin, 34ᵉ année (1900), 40. [Entscheidet die Streitfrage durch den Hinweis auf v. Bürens eigene Angabe.]

Dubois, Aug. Notes floristiques. Le Rameau de Sapin, 46^e année (1912), 37. 41—42; 47^e année (1913), 8. [Enthält auf Seite 41 eine Aufzählung der zwischen Vaumarcus und La Raisse noch heute eingebürgert vorkommenden Arten.]

Gaille, Armand. Herbier de la Béroche. — Le Rameau de Sapin, 47^e année (1913), 24.

Club Jurassien. Hieracium lanatum L. — Le Rameau de Sapin, 49^e année (1915)' 43. [Das ehedem von Baron v. Büren (Liste 1868, 36!) angepflanzte, in neuester Zeit durch die Botaniker fast vollständig ausgerottete *H. tomentosum* L. (= *H. lanatum* [L.] Vill.) ist nunmehr an Felsen zwischen Vaumarcus und St. Aubin in Sämlingen ausgepflanzt worden.]

Correvon, H. La flore naturalisée du littoral neuchâtelois. — Le Rameau de Sapin, 50^e année (1916), n° 2 (1er mars), 13—15.

Dubois, Aug. Sur les plantes introduites dans la contrée de Vaumarcus par le Baron Albert de Büren (1791—1874). — Ibid. (1916), 17—19, 25—27, 33—36. [Darin auf S. 18/9 eine Wiederholung der Listen von 1868 und 1869.]

Correvon, H. Les plantes du Mont Aubert. — Ibid. (1916), 47—48.

Gaille, Armand. Plantes subsistant encore des naturalisations de feu le Baron de Büren. — Ibid. 2^e sér. I (1917), 6 - 7. [Betrifft die Gegend zwischen Concise (Waadt) und Vaumarcus.]

Das Resultat des Vergleichs der vom Baron v. **Büren** selbst gegebenen Listen mit den heute noch zu konstatierenden Vorkommnissen ist überraschend: von den zirka 80 in den Listen von 1868 und 1869 aufgeführten Arten kommen heute nur noch 8 vor (*Asphodeline lutea, Sedum spurium, S. hybridum, Impaticus parviflora*[1]), *Hacquetia Epipactis* [= *Astrantia Epipactis* olim 1869!], *Lysimachia punctata* [= *verticillata* olim 1868] [2]), *Hieracium amplexicaule, H. lanatum*), während umgekehrt 35 andere der Gegend fremde Spezies heute mehr oder weniger eingebürgert angetroffen werden, die v. **Büren** selbst nicht nennt, die aber von den Neuenburger Botanikern — wohl mit Recht — gleichwohl unbedenklich auf sein Schuldkonto gesetzt werden.

Endlich war es mir möglich, im Herbarium des Botanischen Museums der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich die meisten Belegexemplare der seinerzeit reichen, aus Abfällen von vorzugsweise osteuropäischem Getreide hervorgegangenen, besonders von **Moehrlen** und **Vetter** erforschten Adventivflora von Orbe (Waadt) einzusehen. Diese Funde finden sich in folgenden Publikationen verzeichnet:

---

[1] Aug. **Dubois** (l. c. 1912, 41) vermutet bei dieser Spezies eher eine zufällige Einschleppung als eine absichtliche Einbürgerung; da jedoch die Pflanze auf der v. **Büren**schen Liste (1868, 36) ausdrücklich genannt wird, hat offenbar die zweite Eventualität mehr Wahrscheinlichkeit für sich, wie auch **Dubois** selbst später (l. c. 1916, 26) annimmt.

[2] Vergl. auch A. **Gaille** in Le Rameau de Sapin, 44^e année (1910), 32.

Vetter et Barbey. Notes botaniques sur le bassin de l'Orbe. — Bull. Murith., XI. 1881—2 (1883), 48—52. [Fehlt in Fischers „Flora Helvetia".]

Schmidely, Aug. A propos de quelques plantes d'origine étrangère signalées par M. M. Vetter et Barbey dans le Canton de Vaud. — Bull. trav. Soc. bot. Genève, III, 1881—3 (1884), 77—78.

Vetter, J. J. Quelques notes sur la Flore des environs d'Orbe. — Bull. Soc. vaud. sc. nat., XXII No. 95 (1886), 268—277; speziell: A. Plantes adventices d'Orbe (l. c. 268—271).

Moehrlen, Dr., bei Jäggi, Bericht der Commission für die Flora von Deutschland 1891 (XXV. Schweiz). — Ber. Deutsch. bot. Ges., X (1892), (132)—(133).

Moehrlen bei Jäggi u. Schröter, Fortschritte der schweizerischen Floristik im Jahre 1891. — Ber. Schweiz. Bot. Ges., II (1892), 82—102; speziell „Flora adventiva" (S. 100—102).

Cornaz, Ed. Sur la flore adventice d'Orbe, d'après le Dr. J. Mœhrlen. — Bull. Soc. sc. nat. Neuchâtel, XXIII (1895), 247—248.

Wiewohl die — wohl meist von dem äusserst sorgfältig arbeitenden J. J. Vetter herrührenden — Bestimmungen dieser Adventivflorula mit einer in Anbetracht der damals vorhandenen Hülfsmittel höchst anerkennenswerten Genauigkeit ausgeführt worden waren, ergab eine erneute Revision doch einige Bestimmungsänderungen[1]: Alyssum „Wierzbickii" (1883 S. 49, 1886 S. 269) ist A. rostratum Steven; A. „campestre" (1886 S. 269) ist A. strigosum Solander, Lepidium „intermedium?" (ibid.) ist L. densiflorum Schrader var. pubecarpum (A. Nelson) Thellung, „Lithospermum apulum" (1886 S. 270) ist Amsinckia cf. intermedia Fischer et Meyer; Althaea „ficifolia" (1892 S. [132] = Alcea ficifolia 1892 S. 101) ist A. rosea (L.) Cav. var. Sibthorpii (Boiss.) Baker, Triticum „elongatum" (1892 S. [133] resp. 101) ist Agropyron intermedium (Host) Pal. ssp. trichophorum (Link) Volkart, T. „desertorum" (ibid.) = A. cristatum (L.) Gärtner var. puberulum Boiss.

Zürich, im Januar 1919.

Die für die Schweiz und ihre Grenzgebiete ***neuen Sippen*** (zirka 330 neue Arten, Unterarten, geographische Rassen und Bastarde) sind durch ***Fettdruck*** hervorgehoben. Durch einen vorgesetzten Stern (*) sind diejenigen (zirka 160) Sippen gekennzeichnet, die einerseits in Kochs Synopsis ed. 2 (1843—45) fehlen und anderseits in den Arbeiten von F. Höck: „Ankömmlinge in der Pflanzenwelt Mitteleuropas während des letzten halben Jahrhunderts" X (Zusammenfassung) in Beih. Bot. Centralbl., XVIII, Abt. II (1904), 81—112, „Neue Ankömmlinge in der Pflanzenwelt Mitteleuropas", ebenda XXVI,

---

[1] Zwei inkorrekte Bestimmungen der ersten Aufzählung (1883 S. 49) hat Vetter selbst (1886 S. 268) berichtigt: Centaurea „Biebersteinii DC." ist C. maculosa Lam., Achillea compacta „Willd." ist vielmehr A. compacta Lam. (= A. magna L.).

Abt. II (1910), 391—433, und „Ergänzungen zu meinen Arbeiten über Ankömmlinge in der Pflanzenwelt Mitteleuropas“, ebenda XXXII, Abt. II (1914), 71—110 — noch nicht genannt, mithin als (in einem bestimmten Sinne) für Mitteleuropa neu zu betrachten sind.

***Pteris multifida** Poiret (P. serrulata L. f. non Forskål; Zierpfl. aus China und Japan). — Verwildert an einer Mauer in Massagno bei Lugano, 1916: F. v. Tavel briefl.

Salvinia natans (L.) All. (Süd- und Zentr.-Eur., SW.- u. O.-As., Algerien; der Schweiz zunächst im Aostatal und am Oberrhein von Karlsruhe abwärts). — Im Gebiet nur vorübergehend verschleppt und zwar steril, daher (als einjährige Pflanze) sogleich wieder verschwindend: in einem kleinen Teich auf Mühlegg bei St. Gallen 1810 von Apotheker Dl. Meyer gesammelt: Wartmann u. Schlatter Übers. Gefässpfl. St. Gall. Appenzell III (1888), 525 Fussn.

Salvinia auriculata Aublet (Trop. Am.; oft in Botanischen Gärten kult.). — In einem künstlichen Wassertümpel (Teich) bei Herdern-Altstetten unweit Zürich ziemlich zahlreich, aber nur steril, 1914, A. Roth! (Offenbar auf irgend eine Weise aus dem Botanischen Garten verwildert.)

***Thuja orientalis** L. (Biota orientalis Endl.; N.-Pers., Turkest., China, Jap.). — Eingebürgert und sich vermehrend um Neuchâtel: H. Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 154.

Stratiotes aloides L. (Eur. [teilweise nur angepflanzt und eingebürgert], W.-Sibir. bis Altai). — Im Haldenweiher bei Zofingen infolge früherer Anpflanzungen verwildert (Schinz u. Keller Fl. d. Schweiz. 3. Aufl. II [1914], 19). Die Pflanze war daselbst von Dr. Fischer-Sigwart (nach brieflicher Mitteilung) am 28. Juni 1909 eingesetzt worden und hat sich seither so stark vermehrt, dass 1911 und 1912 grosse Mengen derselben herausgefischt und vertilgt werden mussten.

Andropogon halepensis (L.) Brot. (Sorghum halepense Pers.; ursprünglich wohl ostmediterran, jetzt durch Verwildern aus der Kultur und durch Verschleppung in wärmeren Regionen weit verbreitet). — Villeneuve (Waadt), auf Schutt, 1889, F. Jaquet!; Birsfelden (Basel-Land), 1912—14 (Aellen u. Weber), Wiesendamm bei Kleinhüningen, 1914 (W. Weber): Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915) 206.

Andropogon Sorghum (L.) Brot. sens. strict. (= subsp. sativus Hackel; Kulturform von A. halepensis, in den warmen Regionen allgemein kultiviert, seltener in den Subtrop. und im wärmeren M.-

Eur.). — Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1913, 1917, Schnyder! (Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. 1913 [1914], 161); Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung; Hohlstrasse in Zürich 4, zwischen Bahngeleisen 1917, E. Baumann!; Güterbahnhof Aarau, 1917, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918] 181); Güterbahnhof Wolf in Basel, 1917, Aellen! [angebaut auch beim Bahnhof Felben (Thurgau) 1917 beobachtet, Thellung].

****Andropogon pertusus*** (L.) Willd. (Span., Sizil., wärmeres As. u. Afr., Austral.) var. ***decipiens*** Hackel (Austral.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1918, Probst!

Paspalum distichum L. (Trop.) ssp. ***paspaloides*** (Michaux) Thell. (Paspalum vaginatum Alpers! in Jahresh. Naturw. Ver. Lüneb. XIV, 1896/8 [1898], 70 — non Sw.; Panicum vaginatum A. et G.! Synopsis II, 1,67 [1899] excl. syn. Sw.; Trop. [ursprünglich vielleicht nur Am.], eingebürgert im Mittelmeergebiet!, verschleppt in Deutschl.!; vergl. Thellung Fl. adv. Montpell. [1912], 77—83 und Le Monde des Plantes 18ᵉ année [2ᵉ sér.] No. 99 [1916], 11—13). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1918, Probst!

****Eriochloa ramosa*** (Retz.) O. Kuntze (E. annulata [Flügge] Kunth; E. punctata Thellung in Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LII [1907], 435 [det. Hackel], non Hamilton; Trop. As. u. Austral., in W.-Ind. wohl nur verschleppt; adv. auch Deutschl.!). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1907, 1914, 1917, Probst! Ich hatte die Pflanze als E. annulata bestimmt, liess mich dann aber durch die Autorität von Prof. Hackel veranlassen, sie als E. punctata zu publizieren. Da mich diese Bestimmung jedoch immer nicht recht befriedigte, sandte ich die Pflanze mit den übrigen Eriochloën von Derendingen an Dr. O. Stapf in Kew, der mir freundlichst die ursprüngliche Diagnose bestätigte.

Var. ***pseudo-acrotricha*** Stapf in litt. (E. annulata var. acrotricha Bentham Fl. Austral. [excl. syn.]; E. ramosa var. acrotricha Stapf in litt. [nomen incautum, nimis confusum]; E. acrotricha Thellung l. c. [1907], 435 [det. Hackel], vix vera E. acrotricha [Steudel] Hackel [Afr. trop.; nomen confusum] quae = E. nubica [Steudel] Hackel et Stapf ined. — Austral.). — An der gleichen Fundstelle seit 1906 alljährlich, Probst!, 1917 Aellen!

****E. australiensis*** Stapf spec. nov. ined. [det. autor ipse] (N. S. Wales!, S.-Austral.). Differt ab E. ramosa var. pseudo-acroticha praesertim spiculis multo majoribus (cum acumine 6—8 mm longis), glumella fertili vix dimidiam longitudinem spiculae attingente. Mit den vorigen, 1917, Probst!, Aellen! Nach freundlicher Bestimmung durch Dr. O. Stapf, der sich speziell mit der Gattung Eriochloa beschäftigt hat, handelt es sich um eine neue, noch unbeschriebene Art, die besonders durch die sehr grossen (6—7 mm langen) Ährchen (die grössten mir bei E. ramosa var. pseudo-acroticha vorgekommenen, von Stapf, als zu dieser Varietät gehörig bestätigten, messen 5 mm) auffällt. Sie liegt im Herb. generale der Univ. Zürich vor aus N. S. Wales: Moree Experiment Farm, IV. 1906, W.-R. Fry! (Nat. Herb. N. S. Wales sine numero, sub E. polystachya H. B. K.).

****Panicum laevifolium*** Hackel! in Bull. Herb. Boiss. III (1895), 378 (S.-Afr.) var. ***amboënse*** Hackel! in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LVI (1911), 71 (= Panicum laevifolium J. Benoist! in Bull. Géogr. bot. 23ᵉ année [4ᵉ sér.] No. 294 [1914], 153 — non Hackel sens. strict.; P. capillare Alpers in Jahresh. Naturw. Ver. Lüneb. XIV, 1896/8 [1898], 70 [non L.] teste Scheuermann in litt. 1915, cf. 6./8. Jahresber. Niedersächs. Bot. Ver. Hannover 1915 [1918], 67; in Frankr.!, Engl.! u. Deutschl. mit Wolle eingeschleppt). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917/8, Probst!, Aellen!

****Panicum trachyrrhachis*** Bentham (Austral.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (australische Schafwolle), 1914, Probst!, 1917, Probst!, Allen! (mit P. proliferum var. decompositum).

Panicum «cf. *colonum* L. var. **atroviolaceum* Hack.» von Birsfelden (Basel-Land) (W. Weber! nach Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68) dürfte doch eher eine Form von P. Crus galli L. (s. str.) sein.

Panicum gracile R. Br. (Austral.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1910, Probst!, 1915, Aellen! Die 1907 ebenda gesammelte und in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LII (1907), 435 als P. gracile (det. Hackel) publizierte Pflanze gehört, wie aus besser entwickelten Exemplaren von 1914 (und 1918) hervorgeht, nicht zu dieser Art, sondern unterscheidet sich von ihr durch die in einen grannenartigen Fortsatz auslaufende Achse der Rispenäste, durch deutlich gestielte, grössere, beiderseits stärker gewölbte Ährchen und das Vorkommen einer sterilen Deckpelze (oder auch einer ♂ Blüte!) in der Achsel der 3. Hüllspelze. Die Identifikation dieser letztern Pflanze gelang mir bisher nicht.

Panicum sanguinale L. (fast kosmop.) ssp. ***marginatum** (Link) Thell. **comb. nov.** (Digitaria marginata et D. fimbriata Link; P. ascendens H. B. K?; Syntherisma marginatum, S. barbatum et S. fimbriatum Nash; P. sanguinale var. longiglume Trin. ex p.; var. longiglume 1. marginatum Döll in Fl. Brasil.; var. digitatum Hackel in Urban Symb. Antill. IV. 1 [1903], 86 [excl. syn. Milium digitatum Sw.]; cf. Nash in N.-Am. Fl. vol. 17 part 2 [1912], 149 seq.; Trop.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1918, Probst! [Anhalt: Hautwollfabrik Rodleben, 1906 und Ölmühle von Aken, 1910, Zobel! det. Hackel.]

***Setaria gracilis** H. B. K. (Am.; adv. z. B. in Frankr.).— St. Jakob-Neue Welt bei Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68). [Anhalt: Hautwollfabrik Rodleben bei Rosslau, 1913, A. Zobel!]

***Cenchrus echinatus** L. (N.- u. trop. Am.). — St. Jakob-Neue Welt bei Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68).

Cenchrus tribuloides L. (N.- u. Zentr.-Am.; selten adv. in Zentr.-Eur., so neuerdings auch in Holland: Henrard in Nederl. Kruidk. Archief 1916 [1917], 182). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1918, Probst!

***Oryza sativa** L. (bekannte Kulturpflanze der wärmeren Zonen, aus dem trop. Afr. und As. stammend). — Güterbahnhof Zürich, junge (sterile) Pflanzen auf Kompost, 1915, Thellung (det. A. Grisch).

Phalaris canariensis L. (W.-Medit., Kanar.) f. *subcylindrica* Thell. — Komposthaufen der Aroser Kehrichtverbrennungsanstalt (1630 m), 1916/7, Thellung; Solothurn, auf Schutt, 1917, Probst!; Gennersbrunn (Schaffhausen) und Ruchfeld (Basel-Land), 1917, Aellen!

Phalaris brachystachys Link (Ph. quadrivalvis Lag.; Medit.). — Lysbüchel und St. Johannbahnhof in Basel, 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68); Wolfbahnhof in Basel und Birsfelden (Basel-Land), 1917/8, Aellen!; Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1915/6, Probst!, Aellen!; Bellach bei Solothurn, 1915, Probst!; Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 182); Güterbahnhof Zürich[1]), 1915/7, Thellung; Walenstadtberg (St. Gallen), beim frühern Waisenhaus, verwildert mit Ph. canariensis, 1912, Alw. Linder!; Disentis (Graubünden), unter fremder Hafersaat (Avena byzantina), 1915, Hager! (Verbreit. Holzart. Vorderrheintal [1916], 259 not.).

---

[1]) Neu für den Kanton! Die frühere Angabe von der Kiesgrube Hardau in Zürich (Naegeli u. Thellung Rud.- u. Adv.-Fl. Kt. Zürich, 15 in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich L [1905], 239) bezieht sich auf Ph. truncata Guss. (Thellung in Vierteljahrsschr. LII [1907], 435).

Phalaris truncata Guss. (Medit.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik) 1915, Probst!; alte Materialgrube bei der Solothurner Malzfabrik, 1915, Aellen! — f. ***angustata*** Trabut: Solothurn, Hühnerhof Probst, 1915, Probst!; Schutt an der Uferstrasse Basel, 1916, W. Weber! (? Bestimmung dieser letztern Pflanze nicht ganz sicher; die Unterscheidung von *Ph. brachystachys* ist, zumal bei unvollständigen Exemplaren, oft recht schwierig; vergl. Thellung Fl. adv. Montpell. [1912], 88 und Jansen u. Wachter in Nederl. Kruidk. Archief 1916 [1917], 133).

Phalaris minor Retz. (Medit.). — Neu-Allschwil, Wiesendamm und Bahnhof Wolf in Basel, 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68); Wiesendamm auch 1917 und Birsfelden (Basel-Land) 1917, Aellen!; Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915/8, Probst!, Aellen!; Böschung beim Hauptbahnhof in Solothurn, 1916, Probst!; Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917/8, Probst!, Aellen!; Getreidelagerhäuser in Romanshorn, 1917, Aellen! — f. ***subcylindrica*** W. Weber et Thellung ap. Jansen et Wachter in Nederl. Kruidk. Archief 1916 (1917), 129, 131 cum descr. holland. (spicastro subcylindrico, [exsiccatione compresso] longitudine sua 3½ plo longiore). Analoge Form zu Ph. canariensis f. subcylindrica Thell.; Ährenrispe (gepresst) 3½ mal so lang als dick. Wolfbahnhof in Basel, 1916, W. Weber!; Birsfelden (Basel-Land), 1917, Aellen!; Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1917/8, Probst!; Güterbahnhof Zürich, 1916, Thellung. [Adventiv auch in Holland (vergl. Jansen u. Wachter l. c.) und Deutschland: Aken, 1910, A. Zobel!]

Phalaris coerulescens Desf. (Medit.). — Basel, Areal des ehemaligen Badischen Bahnhofs, 1915, Binz! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68). — Solothurn, Hühnergärten Latscha und Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!, Aellen!; Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 182); Güterbahnhof Zürich, seit 1914 stellenweise zahlreich und beständig, Thellung; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, A. Schnyder!

Phalaris paradoxa L. (Medit.). — Neu-Allschwil bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 206); Bahnhof Wolf (1916) und Badische Lagerhäuser in Basel, 1917, Aellen!; St. Johann-Bahnhof und Ruchfeld bei Basel, 1918: Aellen; Solothurn, Hühnergärten Zwygart und Latscha (Malzfabrik), 1915/8, und Solothurner Stadtmist, 1916, Probst!; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1917/8, Schnyder!

***Phalaris caroliniana** Walter (Ph. intermedia Bosc; Ph. americana Ell.; Ph. microstachya DC.; cf. Thellung Fl. adv. Montpell. [1912], 90 not. [sphalm. «americana»] et corr. 675 et Jansen et Wachter in Nederl. Kruidk. Archief 1916 [1917], 136—38 cum ic. [sphalm. «*Ph. caroliana*»]. — N.-Am.). — Wiesendamm in Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68.).

Phalaris angusta Nees (S.-Am., Kaliforn. [adv.?]; adv. auch in Frankr.!, Deutschl.! und Engl.! Über die Unterschiede von der verwandten *Ph. caroliniana*, mit der *Ph. angusta* oft — doch meines Erachtens mit Unrecht — vereinigt wird, vergl. Thellung Fl. adv. Montpell [1912], 90 und Jansen u. Wachter in Nederl. Kruidk. Archief 1916 (1917), 136—38 mit Abbildungen). — Belvoir in Zürich 2, auf Schutt, 1913, H. Beger!, 1919 W. Koch!; Solothurn, Schutt zwischen der Linie der Schweiz. Bundesbahnen und der Solothurn-Münster-Bahn, 1917, Probst!, Aellen!; Basel: an der Verbindungsbahn (Gellert-Hardstrasse) und am Wiesendamm, ferner Neu-Allschwil bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 206); Ruchfeld und St. Jakob-Neue Welt bei Basel, 1918, Aellen!; Seeaufschüttung beim Tiefenbrunnen in Zürich, 1918, Dr. Rohrer!

Anthoxanthum aristatum Boiss. (W.-Medit.). — Alter badischer Bahnhof in Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 206); nach Binz (l. c.) auch Ruchfeld bei Mönchenstein und Wiesendamm in Basel; Güterbahnhof St. Johann (auch 1918) und Birsfelden bei Basel, 1915: Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68; Badische Lagerhäuser und Bahnhof Wolf in Basel, sowie Tribschen-Moos bei Luzern, 1916: Aellen; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, Schnyder!; Disentis (Graubünden), als Unkraut unter kultivierter *Avena byzantina*, 1915, P. K. Hager! (Verbreit. Holzarten [1916], 259 not.).

***Aristida vagans** Cav. Ic. V (1799), t. 471! (Austral.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus australischer Schafwolle, mit der zuvor nur einmal (1907) in 1 Exemplar gefundenen Stipa verticillata Nees in Sprengel Syst. IV. 2 [Cur. post.]

(1827), 30! (= S. micrantha Bentham Fl. Austral. VII [1878], 566 ex p. — non Cav. Ic. V [1799], t. 467!), 1918, Probst!

Phleum subulatum (Savi) A. et G. (Medit.). — Areal des alten botanischen Bahnhofs in Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 206); Bahnhof Wolf in Basel, 1918, Aellen!; Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!, Aellen!; alte Materialgrube daselbst, 1915, Aellen!; Mutten und Derendingen bei Solothurn, 1916, Aellen!, Probst; Hühnerhof in Brugg, 1914, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 183); Bahnhof Buchs (St. Gallen): Schnyder in Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. 1913 (1914), 161.

Phleum graecum Boiss. et Heldr. 1853 (Ph. exaratum «Hochst.» Griseb. 1844 [non Hochst. exsicc. 1843 nec ex Boiss. 1884 nec auct. rec., quod = Ph. Boissieri Bornm. in Magyar Bot. Lapok XI (1912), 19, 20], nomen antiquius sed. confusum! cf. Bornmüller l. c.; Ph. arenarium γ graecum Fiori in Fiori et Paoletti Fl. anal. Ital. I, 1 [1896], 58; Ph. arenarium Chenevard! Cat. pl. vasc. Tessin [1910], 77 — non L. [cf. Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LVI (1911), 271]. — O.-Medit., von S.-Ital. [!] u. dem Balkan an). — Alter Badischer Bahnhof in Basel, 1915, Aellen!, Weber! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68). — Diese Art ist von dem ähnlichen Ph. arenarium L. (Küstenländer von Eur.), mit dem es schon verwechselt worden, oder zu dem es gelegentlich als Varietät gezogen worden ist, durch äusserlich-morphologische Merkmale (Form der Ährenrispe und der Hüllspelzen; vergl. Thellung Fl. adv. Montpell. [1912], 98) nur schwer zu trennen; dagegen besteht, wie ich feststellen konnte, ein sehr leicht wahrzunehmender und durchgreifender Unterschied in der Grösse der Antheren, die bei Ph. graecum 1½ mm, bei Ph. arenarium nur ½ mm lang sind.

Phleum echinatum Host (östl. S.-Eur.). — Bahnhof Wolf in Basel, 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68); Badische Lagerhäuser in Basel, 1916, Aellen!; Güterbahnhof Zürich, 1918/9, Thellung; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, A. Schnyder!

Alopecurus setarioides Gren. var. *juvenalis* Hackel et Thellung (A. neglectus Aznavour!; Umgebung von Konstantinopel [Eur. u. Kl.-As.]). — Auch 1911 wieder an 2 Lokalitäten bei Solothurn (Schöngrün und Malzfabrik), Probst! Die Pflanze findet sich hier, wie auch oft in ihrer Heimat, zusammen mit A. utriculatus (L.)

Solander. Einzelne Exemplare nähern sich dem Typus des *A. setarioides.*

Sporobolus cryptandrus (Torrey) Gray [teste A. S. Hitchcock in litt.] (N.-Am., Mex.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, in Menge, 1907, Probst! Aellen! (ob aus Australien [!] eingeschleppt?), mit dem seit 1909 fast alljährlich, auch 1917/8 auftretenden S. indicus (L.) R. Br.

Polypogon monspeliensis (L.) Desf. (Medit. u. vielfach verschleppt und eingebürgert in wärmeren Zonen). — Schutt zwischen St. Jakob und „Neue Welt“ bei Basel: Aellen nach Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 206; Birsfelden und Ruchfeld (Basel-Land) (W. Weber) und Bahnhof Wolf in Basel, 1915 (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68); Badische Lagerhäuser und Klybeckstrasse in Basel, 1917, ferner auf Baseler Stadtkehricht bei Burgfelden (Elsass) 1918: Aellen; Bahnhof Pratteln (Basel-Land), 1916/7: Heinis; Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (australische Schafwolle), 1914—17 und Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!; Getreidelagerhäuser in Aarau, 1917: Aellen nach Lüscher Fl. Aarg. (1918), 183; Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, seit 1913 alljährlich ziemlich zahlreich, Thellung, Rohrer!, Gams! u. A.; Käferfeld bei Bern, 1916: R. Streun nach E. Fischer in Mitteil. Naturf. Ges. Bern 1919, sep. p. 9.

— — *ssp. paniceus* (L.) Thellung **comb. nov.** (P. paniceus Lag.; P. maritimus Willd.; cf. Schinz et Thellung in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LIII [1908], Heft IV [1909], 519 not. — Medit., W.-Eur.). — Bahnhof Immensee (Schwyz), 1912, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 183 sub P. monspel.).

Polypogon elongatus H. B. K. (wärmeres Am.; adv. Kanar., Frankr., Belg., Deutschl.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1916, Probst!

***Agrostis pallida** DC. (W.-Medit.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (bei der Malzfabrik), 1915, Probst!

Gastridium ventricosum (Gouan) Schinz et Thell. (G. lendigerum (L.) Gaudin; Medit.). — Bahnhof Wolf in Basel, 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68); Birsfelden (Basel-Land), 1916, W. Weber!; Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!

Lagurus ovatus L. (Medit.). — Kleinhüningen bei Basel, 1910: Theod. Probst nach Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 206; Bahnhof St. Johann in Basel, 1918, Aellen!

Avena fatua L. *f. **pilibarbis** Thell. in Fedde Repert. XIII (1913), 54 (bisher nur aus Algerien bekannt). — Rheinhafen und (angenähert) Güterbahnhof Wolf in Basel, 1916, Aellen!

Avena sterilis L. (Medit.) ssp. *macrocarpa* (Mönch) Briq. — Alter badischer Bahnhof in Basel, 1914, Binz!, sowie St. Ludwig bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 206); Wiesenmündung, Friedmatt und Neu-Allschwil bei Basel (leg. W. Weber), sowie Güterbahnhof Wolf, 1915: Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 68; Badische Lagerhäuser und Bahnhof St. Johann, 1916: Aellen; Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, zahlreich, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 187; f. *maxima* und *scabriuscula* [Perez-Lara] Thell. und eine Zwischenform zwischen den beiden, bei der die Granne im untern Teil nur in einzelnen Längsstreifen zottig behaart, dazwischen fast kahl [nur kurz rauh] ist; die letztere Form auch im Güterbahnhof Zürich, Thellung); Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, A. Schnyder! — f. ****subulata*** Trabut (vergl. Thellung in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LVI [1911], 313): Güterbahnhof Zürich, 1913, Beger! und seither mehrfach, Thellung. — f. ****triaristata*** Thellung in Fedde Repert. spec. nov. XIII No. 350 (1913), 52: Güterbahnhof Zürich, seit 1913 mehrfach, Thellung. — f. ****segetalis*** (Trabut) Thellung l. c. (1913), 52: Disentis, unter angebauter A. byzantina (vielleicht als Rückschlagsform von dieser zu A. sterilis aufzufassen), 1915, P. K. Hager! (Verbr. Holzarten [1916], 259 not.).

— — ssp. *Ludoviciana* (Dur.) A. et G.: Rheinhafen und Güterbahnhöfe Wolf und St. Johann in Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68); Güterbahnhof Zürich auch 1917, Thellung; Getreidelagerhäuser in Romanshorn (Thurgau), und Schutt am Rhein bei Neuhausen (Schaffhausen), 1917, Aellen! — f. ****subulifera*** Thellung l. c. (1913), 53: Lagerhaus Giesshübel in Zürich 3, 1913, Thellung.

Avena byzantina C. Koch („Mittelmeerhafer"; Kulturform von A. sterilis L.; vergl. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LVI [1911], 272, 316). — Ouchy bei Lausanne, 1917, Thellung; Basel: Kiesplatz im Rheinhafen und Schutt am Wiesendamm, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 206); um Basel seit 1915 mehrfach: Friedmatt (W. Weber), Gellert, Wiesendamm, Güterbahnhöfe St. Johann (!) und Wolf (!), Birsfelden, Ruchfeld: Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 68; St. Jakob (Basel-Land) und Getreidelagerhäuser in Aarau [vergl. Lüscher Fl. Aarg. (1918), 187], 1917, Tribschen-Moos bei Luzern und Bahnhof Alt-Solothurn, 1916, Schaffhausen und Neuhausen am Rhein, 1917, Aellen!; Bahnlinie bei Tiefenwinkel (Mühlehorn-Murg) am Walensee (St. Gallen), 1916, Mühlehorn, Bahnhöfe Walenstadt und Chur, 1917, Thellung; Grono (Misox), Wegrand, 1916, Walser!; Maggia-Delta bei Locarno, 1917, M. Jäggli! — Var. *biaristata* (Hackel) Thellung: z. B. Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, Tribschen-Moos bei Luzern, 1916: Aellen; Basel: Rheinhafen, Wiesendamm, Wiesenmündung, Birsfelden, Neu-Allschwil, 1915: Aellen l. c. (1916); Bahnhof Wolf und Wildensteinerstrasse in Basel, Getreidelagerhäuser in Aarau [vergl. Lüscher l. c. 1918] und Bahnhof Sirnach (Thurgau), 1917, Aellen!

Avena byzantina C. Koch f. ***subtriflora*** Aellen! f. **nov.** (spiculis partim 3- vel 4-floris). Ährchen teilweise 3- bis 4-blütig. Bahnhof Wolf in Basel, Ruchfeld und Birsfelden (Basel-Land), 1915/8, Wiesendamm bei Basel, 1917, Bahnhof Langental (Bern), Hühnerhof bei der Solothurner Malzfabrik, Bahnhof Aarau und Schaffhausen am Rhein, 1917, Aellen! — f. ***oligotricha** Thellung f. **nov.** (pili ad basin floris infimi pauci vel subnulli, quam in typo saepe subbreviores). Haare am Grunde der untersten Blüte spärlich bis fast 0, oft etwas kürzer als beim Typus (mithin wie bei den meisten Formen von *A. sativa*). Güterbahnhof Zürich, spärlich unter dem Typus, 1916, Thellung. — f.* ***solidissima*** Thell. in Naturw. Wochenschr. N. F. XVII, No. 32 (11. VIII. 1918), 455 not. cum descr. germ. (articulatione floris infimi rudimentaria [flore solido], internodio graciliore et magis elongato, demum basi irregulariter transverse fracto, diversitate coloris tantum in 2 partes diviso). Artikulation der untersten Blüte völlig rudimentär, die Blüte daher gänzlich festsitzend; Internodium zwischen den Hüllspelzen und der untersten Blüte länger und schlanker (dadurch etwas dem Typus der *A. strigosa* genähert), bei gewaltsamer Trennung der Blüten in seinem untern Teil an einer nicht präformierten Stelle unregelmässig quer durchbrechend; die ehemalige Artikulation durch eine unter 45° geneigte Demarkationslinie zwischen dem grünlichen untern und dem gelblichen oder bräunlichen obern Teil des Internodiums angedeutet. Z. B.: Neu-Allschwil (Basel-Land), Langental (Bern), Aarau und Romanshorn, 1917, Aellen! Diese Form bedarf einer fernern Beobachtung und Prüfung, um festzustellen, ob die von mir (Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LVI [1911], 306) vermutungsweise vorausgesagte, in der Kultur entstandene Rasse mit festsitzender unterster Blüte, oder aber nur eine zufällig entstandene, individuelle Form (vielleicht selbst nur ein unreifes Stadium?) vorliegt.

*×**Avena Trabutiana** (*A. byzantina* × *sativa*?) Thellung in Fedde Repert. XIII, No. 350 (1913), 53 (wohl Bastard der zwei genannten Arten). — Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, seit 1913 fast alljährlich inter parentes, Thellung.

Avena barbata Pott (Medit., SW.-Eur.). — Güterbahnhof Zürich, 1912, J. Braun u. Thellung, 1913/7, 19, Thellung.

***Danthonia semiannularis** (Labill.) R. Br. (Austral., N.-Seeland). — Kompost bei der Kammgarnfabrik Derendingen (Solothurn), aus Abfällen von australischer Schafwolle, 1912, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 165).

Chloris radiata (L) Sw. (Chl. fasciculata Thellung in Fedde Repert. spec. nov. X [1912], 289 excl. loc. Mannheim — an Andropogon fasciculatus L.? cf. A. S. Hitchcock ibid. [1912], 461/4; Trop.- u. S.-Am.[1])). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1908, 1914/7, Probst!, Aellen! Die Exemplare von 1908 und einzelne von 1915 nähern sich der folgenden Art.

***Chloris divaricata** R. Br. [teste Stapf] (Austral.; von der nahe verwandten Chl. radiata besonders durch etwas grössere Blüten mit tiefer zweizähnigen Deckspelzen verschieden; Deckspelze der untern Blüte bis auf $^1/_4$, der obern auf $^1/_2$ [bei Chl. radiata auf $^1/_6$—$^1/_5$ bezw. $^1/_3$] zweizähnig, mit schlankeren, feiner zugespitzten Zähnen). Mit der vorigen Art, 1915, 1917, Probst!, 1917 Aellen!

Chloris truncata R. Br. (Austral.) f. ***abbreviata*** Thellung **f. nov.** (spicis abbreviatis condensatis, 3—5 cm tantum longis, spiculis valde approximatis). Ähren verkürzt, dicht, nur etwa 3—5 cm lang, mit sehr genäherten Ährchen. — Mit den vorhergehenden Arten und dem Typus der Art [mit schlanken, ± 6—15 cm langen Ähren], 1917, Probst!

Chloris virgata Sw. (Ch. barbata Bentham Fl. Austral. VII [1878], 613 ex descr. et syn. Chl. decora Nees, non Sw.; Trop., auch

---

[1]) Die aus dem tropischen und südlichen Afrika angegebene Chl. „radiata" (z. B. Durand et Schinz Consp. fl. Afr. V [1895], 862) gehört, wie Stapf (in Thiselton-Dyer Fl. Cap. VII, 4 [1900], 641) hervorhebt, zu der (auch im tropischen Amerika! vorkommenden) nahe verwandten Chl. pycnothrix Trin. (die sich von Chl. radiata durch die Verkümmerung der zweiten Blüte auf ein winziges, stielförmiges [vom eigenen Stiel kaum abgesetztes] Rudiment unterscheidet), desgleichen die Adventivpflanze von Mannheim.

Austral.). — St. Jakob-Neue Welt bei Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 68); Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Aellen!

****Chloris scariosa*** F. v. Mueller [teste Stapf] (Austral.). — Derendingen, mit den vorhergehenden Arten und mit Chl. ventricosa R. Br.,[1] 1917, Probst! und Aellen! Die Art zeichnet sich vor allen anderen mir bekannten durch die starke, stielartige Verlängerung des Internodiums zwischen oberer Hüllspelze und unterster Blüte und durch die stark aufgeblasenen, häutigen, leeren, offenbar der anemochoren Verbreitung dienenden Deckspelzen der oberen Blüten in dem Masse aus, dass, wie auch Prof. Hackel (in litt.) anregt, die Aufstellung einer besondern Untergattung oder Sektion angezeigt erscheint, für die ich den Namen ***Hackelochloris***[2]) vorschlage.

****Astrebla triticoides*** (Lindley) F. v. Mueller (Austral.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917/8, Probst!, Aellen!

Eleusine indica (L.) Gärtner (Trop. u. Subtrop., aber vielleicht nur in der alten Welt ursprünglich; verschleppt im Medit.-Gebiet und [selten] in Zentr.-Eur., neuerdings auch in Holland [Henrard in Nederl. Kruidk. Archief 1917 (1918), 189] und England [Druce in Bot. Exch. Club Rep. for 1917 vol. V, part I (1918), 54]). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, in Menge, 1917/8, Probst!, Aellen!; Basel, Kompost an der Strassburgerallee, aus Abfällen von Adventivpflanzen, 1918: Aellen.

Eleusine tristachya (Lam.) Kunth (S.-Am.; eingebürgert auf den Azoren, in Span. u. Ital.; advent auch in Frankr., Deutschl., Holland etc.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!, Aellen!

Leptochloa chinensis (L.) Nees (trop. As., Austral.). — Vigogne-Spinnerei Pfyn (Thurgau), auf Baumwoll-Kompost, 1917, Thellung.

****Triraphis mollis*** R. Br. (Austral.) — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!, Aellen!

****Eragrostis*** cf. ***imbecilla*** (Forster) Bentham (Austral., N.-Seeland). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst! Die Pflanze steht der E. pilosa (L.) Pal. sehr nahe und unterscheidet sich besonders durch die lang- und zartgestielten, 3—5blütigen Ährchen, was nicht schlecht zu E. imbecilla passt; indessen ist es bei der grossen Polymorphie des Formenkreises der E. pilosa (L.) Pal. nicht ausgeschlossen, dass eine äusserlich ähnliche Form dieser Art vorliegen könnte.

---

[1]) Einzelne Exemplare dieser (alljährlich auftretenden) Art nähern sich der var. **tenuis** Bentham.

[2]) **Chloris** sect. vel subgen. (nov.) **Hackelochloris** Thell.: distincta internodio inter glumam superiorum et florem primum elongato, stipitiformi et glumellis florum superiorum (inanium) valde inflatis, membranaceis.

Eragrostis pilosa (L.) Pal. ssp. *Damiensiana* (Bonnet) Thellung var. *condensata* (Hackel) Thellung in Vierteljahresschr. d. Naturf. Ges. Zürich LII (1907), 438/9 et in Fedde Repert. spec. nov. V (1908), 360/1. Dazu gehört als Synonym: E. peregrina K. M. Wiegand in Rhodora XIX, No. 222 (Juni 1917), 95; B. Long ibid. XX, No. 238 (Oct. 1918), 173 et XXI, No. 248 (Aug. 1919), 133–140. Zu den Fundorten dieser bemerkenswerten Sippe, die vielleicht tatsächlich, wie ich dies selbst (l. c. 440 resp. 361, Fussn., sub *E. Damiensiana* Bonnet) angedeutet habe, den Rang einer eigenen Art verdient, ist beizufügen: die Pflanze des alten Berliner Bot. Gartens, die mir seither (von mir selbst 1906 gesammelt) wieder in die Hände kam, und die tatsächlich hieher gehört. Weitere mitteleuropäische Fundorte sind: die Botanischen Gärten von Strassburg! und Freiburg i/B. (hier 1911, Thellung).[1] K. M. Wiegand gibt ausser Karlsruhe (wo die Pflanze schon 1889 von H. Maus [!] gesammelt worden ist) an: Berlin, Warschau, Japan, New Hampshire, New Jersy, Pensilvanien und New York.

— — ssp. *abyssinica* (Jacq.) A. et G. (Abessinien, Galla-Länder als Kulturpfl.; in Eur. in botan. Gärten gezogen). — Birsufer zwischen St. Jakob und Neue Welt bei Basel, 1908: P. Vosseler nach Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 203.

* ***Eragrostis setifolia*** Nees 1843 [non Bentham 1846][2]) (E. chaetophylla Steudel 1855; Austral.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, Kompost von australischer Schafwolle, 1913, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 166).

Koeleria panicea (Lam.) Domin (W.-Medit.). — Bahnhof Wolf in Basel, 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 69); Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!, Aellen!

Koeleria phleoides (Vill.) Pers. (Medit., ferner durch Verschleppung und Einbürgerung in wärmeren Gegenden weit verbreitet: S.-Afr., Austral., S.- u. N.-Am., W.-Ind. usw.; vergl. K. Domin

---

[1]) Im Badischen Landesherbar zu Freiburg i/B. liegen vom Bahnhof Gottenheim bei Freiburg, 1889/91 (leg. H. Maus!) einige Exemplare unserer Pflanze unter typischer E. pilosa; ob durch Materialverwechslung in den betreffenden Bogen gelangt?

[2]) Bentham Pl. Hartweg. p. 262 (1846 nach O. Kuntze Revis. gen. pl. III, 2 [1898], 154).

Monogr. Koeleria in Bibl. Bot. LXV [1907], 256). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (australische Schafwolle), 1914—16, Probst!; Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst! St. Johannbahnhof in Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 69); Bahnhof Wolf in Basel, 1918, Aellen! — Var. *typica* Domin. f. *glabriflora* Trautv. (= f. glabra Marchesetti): Wolfbahnhof in Basel, 1916, W. Weber!; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, Schnyder!

Briza maxima L. (Medit.). — Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 187); Wolfbahnhof in Basel, 1916, W. Weber!; Badische Lagerhäuser in Basel, 1916, und Bahnhof Wolf, 1918: Aellen.

Briza minor L. (Medit.). — Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, Aellen!

Dactylis glomerata L. ssp. *hispanica* (Roth) Hackel (Medit.). — Bahnhof Vernayaz (Wallis), 1915, H. Gams!; Bahnhof Langendorf (Solothurn), 1915, Probst!; Birsfelden (Basel-Land), 1916, Aellen!

****Poa caespitosa*** Forster (Austral., Tasman., N.-Seeland). — Kammgarnfabrik Derendingen (Solothurn), Kompost von australischer Schafwolle, 1915, Probst!

Vulpia geniculata (L.) Link (W.-Medit.). — Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, 1913, H. Beger!; Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1915/6, Probst!, Aellen!

Vulpia ligustica (All.) Link (Medit.). — Basel: Badische Lagerhäuser, 1916, Aellen!; Wolfbahnhof in Basel, 1916, W. Weber!; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, A. Schnyder!

Vulpia octoflora (Walter) Rydberg (Festuca octoflora Walter; F. tenella Willd.; V. tenella Heynh.; N.-Am., adv. Deutschl.!). — Wiesendamm in Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 69); Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (australische [?!] Schafwolle), 1916, Probst!

Bromus madritensis L. (Medit.). — Wiesendamm in Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 207); Basel 1915 mehrfach: Badischer Bahnhof, Rheinhafen, Güterbahnhöfe St. Johann und Wolf, Wiesendamm: Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 69; Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 193); Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1915/8, Schnyder!; Disentis (Graubünden), unter fremder Hafersaat (Avena byzantina), 1915, Hager! (Verbreit. Holzarten [1916], 259 not.).

Bromus villosus Forskål (Medit.). — Ruchfeld, St. Johannbahnhof und

Wiesendamm in Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 207); Wiesendamm, Güterbahnhof Wolf, Gellert und Birsfelden bei Basel (W. Weber), 1915: Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 69; Wildbachsammler an der Solothurn-Bellachergrenze, 1915, Probst!; Kammgarnfabrik Derendingen und Bahnhof Lommiswil bei Solothurn, 1916/7, Schöngrün 1918, Probst!; Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 193); Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916/8, Schnyder!; Disentis (Graubünden), unter fremder Hafersaat (Avena byzantina), 1915, Hager! (Verbreit. Holzarten [1916], 259 not.).

Bromus intermedius Guss. (Medit.). — Basel: Badische Lagerhäuser, 1916, Aellen!

Bromus macrostachys Desf. (Medit.; auch Zierpfl.). — Güterbahnhof Wolf in Basel, 1915: Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 69; Schutt bei Klein-Hüningen und Badische Lagerhäuser in Basel (hier mit kahlen und behaarten Ährchen, auch 1918), 1916, Aellen!; Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 193); Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1918, Schnyder!

Bromus japonicus Thunb. (Eur., W.-As.; adv. O.-As. etc.) var. **grossus** (Čelak.) A. et G. (aus Böhmen beschrieben, aber gewiss weiter verbreitet). — Wiesendamm in Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 69); Ährchen bis fast 4 cm lang, bis 17-blütig.

Bromus briziformis Fischer et Meyer (SW.-As.). — Zwischen Münster und Reckingen im Oberwallis, 1912, Otto Fendler-Leipzig! (comm. G. Hegi).

Bromus unioloides (Wild). H. B. K. (S.-Am.: in Eur., wie auch O.-Ind., S.-Afr., Tristan d'Acunha etc., neuerdings vielfach als Futterpflanze kult. und verwildert oder verschleppt). — Um Basel mehrfach: Alter Badischer Bahnhof, St. Johannbahnhof, Rheinhafen (sehr zahlreich), Lehenmattstrasse, Habsburgerstrasse (aus Vogelfutter), St. Albanteich, Birsfelden (Basel-Land), St. Ludwig (Elsass), 1914/5, Aellen! (vergl. Allg. bot. Zeitschrift XXII [1916], 69); ferner Schutt bei Klein-Hüningen, 1914, W. Weber! (vergl. Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 207); Schutt zwischen St. Jakob und Neue Welt (Basel-Land), 1903, 1910 (Binz) und bei St. Jakob 1917: Aellen; Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (aus australischer [!?] Schafwolle), 1913/8, Probst! (Mitteil. Natf. Ges. Solothurn, 5. Heft, XVII. Ber.

[1914], 168), 1915/6, Aellen!; Schöngrün bei Solothurn, 1915, Aellen!; Bahnhöfe von Langental (Bern) und Aarau [vergl. Lüscher Fl. Aarg. (1918), 193], 1917: Aellen (briefl.); Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, seit 1913, Beger!, Thellung u. A.; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1913, A. Schnyder! (Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. 1913 [1914], 162)[1].

---

[1] Über die Vielgestaltigkeit dieser Art gibt eine ausführliche Arbeit von A. W. Kloos-Dordrecht (Holland): Poging tot een systematische indeeling van de vormen van Bromus unioloides (Willd.) H. B. K. die in Nederland waargenomen zijn (Nederl. Kruidk. Archief 1917 [1918], 157—180) Auskunft. Für die Bedürfnisse der schweizerischen Adventivfloristik glauben wir (Aellen u. Thellung) hauptsächlich folgende Formen festhalten zu sollen:

α) var. **pauciflorus** Aellen et Thellung ap. Kloos l. c. (1918), 164 [cum descr. germ.] (= var. typicus Aellen! in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 69 nec Zobel) (spiculis 1,3—3,5, rarius ad 5 cm longis [et tunc glumella inferior sine arista 21—23 mm longa], 4—8-floris [rarius ad 11-floris: f. grandiflorus]; floribus [normaliter evolutis] demum divaricatis et remotis, insigniter bicoloribus [parte inferiore (primum obtecta) pallida, superiore viridi], plerumque inermibus vel breviter filiformi-mucronato-aristatis, aristis leviter extrorsum divaricatis): Ährchen 1,3—3,5 cm lang (selten bis 5 cm und dann Deckspelze ohne Granne 21—23 mm lang), 4—8-blütig (selten bis 11-blütig: f. grandiflorus); Deckspelzen bei normaler Entwicklung zuletzt spreizend und von einander entfernt, auffallend zweifarbig (im untern [anfangs bedeckten] Teil blass, im obern Teil lebhaft grün gefärbt), meist unbewehrt oder mit kurzer Stachelspitze oder mit schwacher, fädlicher, etwas nach aussen spreizender Granne. Die (bei uns) weitaus vorwiegende Rasse. — Die var. pauciflorus kann nach verschiedenen Gesichtspunkten in eine Anzahl von Formen zerlegt werden:

a) Nach der Tracht (Höhe) der Pflanze und der Form des Blütenstandes: 1. f. **humilis** (Desv. in Gay Fl. Chil. VI [1853], 438 pro var.) Aellen et Thell. ap. Kloos l. c. (1918), 164 (= var. typicus f. humilis Kloos l. c. [1918], 175 = var. montanus Hackel ap. Stuckert in Anal. Mus. Nac. Buenos Aires XI [1904]. 144 et in Fedde Repert. IV [1907], 280 = var. oligostachyus Jansen et Wachter in Heukels Fl. Nederl. I [1911], 543 et Schoolfl. XIII^e druk [1914], 220 [cit. ult. sec. A. W. Kloos in litt.] = var. typicus f. strictus Kloos l. c. [1918], 176?): Stengel niedrig (kaum 20—25 cm hoch); Rispe kurz (kaum 6 cm lang), dicht zusammengezogen, mit sehr kurzen, aufrechten, 1 bis wenige Ährchen tragenden Ästen (Kümmerform, auf magerm Kies- und Schotterboden); 2. f. **typicus** (Zobel! Vorarb. Fl. Anhalt II [1907], 74 et in Fedde Repert. IV [1907], 301 pro var.) Aellen et Thell. ap. Kloos l. c. (1918), 164: Stengel höher (etwa 25—50 cm); Rispe ± 10—15 cm lang, meist dicht und ± aufrecht; Rispenäste etwa bis 6 cm lang, aufrecht-anliegend; Ährchen etwa 10—15 (—20) mm lang (in Europa wohl die häufigste, von Ascherson u. Graebner Syn. II, 1, 627 [1901] als B. unioloides beschriebene Form; auf Schutt, schattigen Kiesplätzen usw.); 3. f. **elatus** (Desv. in Gay Fl. Chil. VI [1853], 438 pro var.) Aellen et Thell. ap. Kloos l. c. 1918), 164 [excl. syn. var. major Zobel] (= Ceratochloa pendula Schrader = Bromus Schraderi Kunth = B. unioloides var. typicus f. pendulus Kloos l. c [1918], 176 et f. effusus ibid. p. 175): Pflanze bis 1 m hoch; Rispe bis 30 cm lang, überhängend; längere Rispenäste bis 16 cm lang, etwas abstehend bis zurückgeschlagen; Ährchen meist 20—35 mm lang [vergl. auch f. grandiflorus!] (Form schattiger oder nährstoffreicher Standorte; z. B Belvoir in Zürich, 1916, Thellung [an der gleichen Stelle 1913 die f. typicus, Beger!]).

b) Nach der Behaarung der Blattscheiden: 1. f. **glabrescens** (Kloos l. c. 1918, 175 sub var. typico, cum diagn. holland.) Aellen et Thell. (planta tota glabra): Blattscheiden (wie meist die ganze Pflanze) kahl; 2. f. **lanatus** (Kloos l. c. 1918, 175 sub var. typico. cum diagn. holland.) Aellen et Thell. (= B. brevis Steudel = B. unioloides var. brevis Hackel ap. Stuckert in Anal. Mus. Nac. Buenos Aires XI [1904], 144 et in Fedde Repert. IV [1907], 280 = var. typicus f. brevis Kloos l. c. [1918], 175) (vaginis dense molliterque pubescentibus vel villosulis): Blattscheiden dicht weichhaarig; 3. f. **longipilus** Aellen **f. nov.** (vaginis pilosis, pilis longioribus [ad 2,5 mm], minus densis): Scheiden mehr zerstreut behaart, die Haare länger (bis 2,5 mm).

c) Durch behaarten Stengel weicht ab: f. **pubiculmis** (Kloos l. c. 1918, 171 sub var. parvifloro et p. 175 sub var. typico, cum descr. holland.) Aellen et Thell. (caule, praesertim sub panicula, aeque ac rami inflorescentiae, manifeste piloso): Stengel, besonders unter dem Blütenstand, gleich den Rispenästen deutlich behaart (in der Schweiz nicht ausgeprägt nachgewiesen).

d) Nach der Behaarung der Ährchen: 1. f. **glaber** (Kloos l. c. 1918, 172 sub var. parvifloro, cum descr. holland.) Aellen et Thell. (spiculis glabris, interdum leviter asperulis): Ährchen kahl oder etwas rauh (wohl meist die häufigere Form); 2. f. **pubescens** (Hackel ap. Stuckert in Anal. Mus. Nac. Buenos Aires t. XXI [ser. 2^{a} t. XIV], 173 [1911] pro var., emend.) Aellen et Thell. ap. Kloos l. c. (1918), 164 [pro subvar.] (= var. typicus subvar. pubescens Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 69 = var. parviflorus Kloos subvar. pubescens Aellen et Thell. ibid. [1918], 172 = B. unioloides var. typicus f. pubescens Kloos ibid. [1918], 176, 179 et var. typicus f. pseudo-parviflorus Kloos ibid. 176, 179, 180? [cf. Zobel Vorarb. Fl Anhalt I (1907), 74 et in Fedde Repert. IV (1907), 301] (spiculis brevissime pilosis pilis mollibus pallidis nitidis): Blüten mit sehr kurzen, weichen, hellen, glänzenden Haaren besetzt (dies die häufigste Behaarung der f. parviflorus, bei uns z. B. im Baseler Rheinhafen, 1915/6, Aellen! l. c.); 3. f. **pubiflorus** (Kloos) Aellen et Thell. **comb. nov.** (= B. unioloides var. pubiflorus Kloos! l. c. [1918], 170, 173 [cum. descr. holland.] ex p. [quoad loc. Wormerveer]) (spiculis pilis longioribus molliter pubescentibus): Blüten von längeren Haaren weichflaumig (in der Schweiz noch nicht nachgewiesen).

e) Nach der Grösse der Ährchen bezw. Blüten: 1. f. **parviflorus** (Kloos l. c. [1918], 170 pro var., cum descr. holland.) Aellen et Thell. (= B. Hackelii Henrard herb. [non Borbás 1882] sec. Kloos l. c. 171 = var. micrantha Spegazzini in Revista Faculdad de Agron. y Veter. La Plata III [1904], 630 [cf. Kloos l. c. (1918), 164]?) (spiculis 2 cm longitudine non attingentibus, floribus cum maximum 11 mm longis): Ährchen höchstens 2 cm lang, Blüten 6—10, höchstens 11 mm lang (bei uns z B. um Basel: Aellen teste Kloos l. c. 172; teilweise wohl tatsächlich, wie dies Kloos annimmt, eine Form von höherer systematischer Selbständigkeit und Wertigkeit, aber von individuellen Kümmerformen der var. pauciflorus [unvollständig entwickelten Frühsommerpflanzen oder Individuen trockener, magerer Standorte] morphologisch nicht zu unterscheiden); 2. f. **medius** Aellen **f. nov.** (spiculis ± 2—3 [—3½] cm longis, floribus 5—10. [11—] 12—20 mm longis): Ährchen ± 2—3 (—3½) cm lang, Blüten 5—10, (11—) 12—20 mm lang (der Normaltypus als Form eines Bodens von mittlerm Nährstoff- und Feuchtigkeitsgehalt); 3. f. **grandiflorus** (Kloos l. c. [1918] 170, 172 pro var., cum descr. holland.) Aellen et Thell. (= var. major Henrard in Prodr. fl. Batav. vol. 1, part. IV [1916], 2387 non Zobel) (spiculis oblongis ultra 3,5 cm longis saepe pluri-(9—11)-floris, floribus cujusque spiculae maximis 21—23 mm longis): Ährchen über 3,5-(meist 4—4½ [—5]) cm lang, oft mehr-(9—11)-blütig; grösste Blüten 21—23 mm lang; von var. multiflorus durch breitere (längliche statt lanzettliche) Ährchen und viel grössere, stark spreizende Blüten verschieden (nach Aellen eine Form des nährstoffreichen und feuchten Bodens; sehr angenähert z. B. im Ruchfeld [Basel-Land], 1903: Binz nach Aellen briefl.).

f) Durch die Farbe der Ährchen weichen in auffallender Weise ab: 1. f. **oliveus** Aellen ap. Kloos l. c. (1918), 164 (cum descr. lat.): Ährchen olivgrün (Derendingen, Aellen!; vielleicht direkte Einschleppung aus der Heimat); 2. f. **pictus** (Kloos l. c. [1918], 176 sub var. typico, cum descr. holland.) (spiculis violaceo- vel

Brachypodium distachyon (L.) R. et Sch. (Medit.). — Wiesendamm in Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 207); Badische Lagerhäuser in Basel, 1916, Güterbahnhöfe Wolf und St. Johann 1917/8: Aellen (briefl.); Bahnhof Wildegg (Aargau), 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 193); Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, Schnyder!

Agropyron intermedium (Host) Pal. ssp. *trichophorum* (Link) Volkart

---

rubro-suffusis): Ährchen violett- oder rot-überlaufen (Form sehr trockener und sonniger Standorte, besonders im Herbststadium; wohl auch bei uns hie und da).

g) Nach der Bewehrung der Deckspelzen: 1. f. **submuticus** (Kloos l. c. [1918], 176 sub var. typico, cum descr. holland.) (glumella inferiore mutica vel brevissime [vix ultra 1 mm] mucronata): Deckspelzen wehrlos oder sehr kurz-(kaum über 1 mm lang-)stachelspitzig; 2. f. **aristatus** (B. unioloides f. aristatus Jansen et Wachter [ex p.] ap. F. A. des Tombe in Mededeel. van's Rijks Herb. Leiden No. 8 [1912], 27 [nomen nudum] et in Prodr. fl. Batav. vol. I, pars IV [1916], 2387 [cit. sec. A. W. Kloos in litt.; cum descr. holland.] et [var. γ aristatus] in Heukels Schoolfl. ed. 14 [1917], 227 [cum descr. holland.]) (glumella inferiore distincte-[plerumque 2—4 (—5) mm-]aristata): Deckspelzen deutlich-(meist 2—4 [—5] mm lang) begrannt, Granne sehr dünn, fädlich, spreizend; 3. f. **longearistatus** Aellen **f. nov.** (arista 5—13 mm longa): Granne 5—13 mm lang.

Die verschiedenen Abänderungen kombinieren sich in derart mannigfaltiger Weise, dass es nicht angängig ist, für die einzelnen Kombinationen besondere Namen aufzustellen. Weitere Beobachtungen und besonders Kulturversuche werden zeigen müssen, welcher Wert den verschiedenen Merkmals-Alternativen zukommt und welche Formen in der Einteilung vorangestellt, welche dagegen als ganz sekundär und geringwertig subsumiert werden müssen.

β) var. **major** Zobel! Vorarb. Fl. Anhalt II (1907), 74 et in Fedde Repert. IV (1907), 301 [ex specim. authent.], emend. Aellen et Thell.; Aellen! in Allg. bot Zeitschr. XXII (1916), 69 [nomen] (= Ceratochloa unioloides DC. et Pal., Schrader Ind. sem. h. Gotting. 1830 et in Linnaea VI [1831], Lit. ber. 72 = B. unioloides β multiflorus Aellen et Thell. ap. Kloos l. c. [1918], 164 = f. aristatus Jansen et Wachter [cf. supra] ex p. sec. Kloos l. c. [1918], 173 = var. lanceolatus Kloos l. c. [1918], 170, 173) (spiculis [2—] 2,5—4 cm longis, glumella inferiore [dum spicula maxima] sine arista cum maximum 18 mm longa; floribus 8—11, antrorsum directis et arcte accumbentibus [spiculis inde clausis et anguste lanceolatis], ± aequaliter sordide viridibus, mucrone aristiformi plerumque robusto, porrecto, ad 3 mm longo): Ährchen (2—) 2,5—4 cm lang, die Deckspelzen beim Maximum der Ährchenlänge ohne Granne höchstens 18 mm lang; Blüten 8—11, vorwärtsgerichtet und eng aneinanderliegend, Ährchen daher geschlossen, schmal lanzettlich; Spelzen an den Rändern nicht eingerollt, ± einfarbig schmutziggrün, mit meist kräftig entwickelter, gerade vorgestreckter, bis 3 mm langer grannenartiger Stachelspitze. — Birsfelden 1914/8, Baseler Rheinhafen 1915, Aellen! (l. c. 1916); Alter Badischer Bahnhof in Basel, 1914: Aellen; angenähert auch: Derendingen, 1916, Probst! [Deutschland: Hautwollfabrik Rodleben in Anhalt, 1906, A. Zobel!; Holland: Kloos l. c.]. — Nach der Behaarung der Blattscheiden können auch hier 2 Formen unterschieden werden: 1. **f. asperulus** Aellen **f. nov.** (vaginis glabris subasperis): Blattscheiden kahl, nur etwas rauh; 2. f. **molluscus** Aellen **f. nov.** (vaginis dense molliterque pilosis): Blattscheiden dicht weichhaarig; nach der Behaarung der Ährchen: 1. f. **glabriglumis** Aellen **f. nov.** (spiculis tantum scabris): Ährchen nur rauh; 2. f. **Kloosii** Aellen **f. nov.** (var pubiflorus Kloos! l. c. ex p. [quod loc. Deventer]) (spiculis breviter molliterque pilosis): Ährchen kurz weichhaarig.

(SO.-Eur., SW.-As.). Dazu gehört als Synonym: *Triticum elongatum* Moehrlen! ap. Jäggi in Ber. Deutsch. Bot. Ges. X (1892), p. (133) et ap. Jäggi et Schröter in Ber. Schweiz. Bot. Ges. II (1892), 102 (Ependes bei Orbe [Waadt], 1890—91, Moehrlen!). Das echte A. elongatum (Host) Pal. ist demnach aus der Adventivflora der Schweiz zu streichen.

Agropyron cf. panormitanum (Bertol.) Parlat. (Medit.) var. **hispanicum** Boiss. — Birsfelden (Basel-Land), auf Schutt 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 69). Bestimmung nicht ganz sicher, es könnte sich vielleicht auch nur um eine ungewöhnlich grossblütige Form von *A. caninum* (L.) Pal. handeln.

Agropyron cristatum (L.) Gärtner (O.-Eur., W.-As.). — Vaumarcus (Neuenburg), wohl durch den Baron v. Büren eingebürgert, 1913, A. Gaille! (Le Rameau de Sapin 2e sér. I [1917], 7). — Var. ***puberulum*** Boiss. (Triticum cristatum B imbricatum [M. Bieb.] A. et G.): Bief d'Épendes-Yverdon (mit dem kahlen Typus!), 1891, Moehrlen! Dazu gehört als Synonym: *Triticum desertorum* Moehrlen! ap. Jäggi in Ber. Deutsch. Bot. Ges. X (1892) p. (133) et ap. Jäggi et Schröter in Ber. Schweiz. Bot. Ges. II (1892), 102 [non Fischer] (= T. Sibiricum B. desertorum Ascherson et Graebner Synopsis II, 1, 670 [1901] ex loc.). Das echte A. sibiricum (Willd.) Eichw. ist somit aus der Adventivflora der Schweiz zu streichen.

Agropyron triticeum J. Gärtner (Triticum prostratum L. f.; S.-Russl., W.-As.). — Rheinhafen bei Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 69).

Haynaldia villosa (L.) Schur (Medit.). — Wiesendamm in Basel, 1914: Aellen u. Weber nach Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 207; Bahnhöfe St. Johann und Wolf und Badische Lagerhäuser in Basel, 1918: Aellen; Güterbahnhof Zürich, in den letzten Jahren zahlreich und beständig, Thellung; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1918, Schnyder!

Triticum ovatum (L.) Rasp. (Medit.) var. *euovatum* A. et G.: Basel, Badische Lagerhäuser, 1916, Aellen!; Bahnhof Luterbach (Solothurn), 1918, Probst!; Güterbahnhof Zürich, 1918/9, Thellung. — var. *triaristatum* (Willd.) A. et G.: Bahnhof Lommiswil (Solothurn), aus französischem Stroh, 1914/5: Probst.

Triticum triunciale (L.) Rasp. (Medit.). — Komposthaufen bei Chur, 1915: Ch. Hatz in Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden, N. F. LVII (1917), 41; Bahnhof Lommiswil (Solothurn), 1915, Probst!

Hordeum jubatum L. (Am., Sibir..). — Wiesendamm bei Basel und Birsfelden (Basel-Land), 1915, Aellen!; Hühnerhof in Wohlen (Aargau), 1916, Dr. E. Suter!; Seeaufschüttung bei Tiefenbrunnen (Zürich 8), 1918, Rohrer!

Hordeum comosum Presl (S.Am.; Staat Washington [adv. ?]; adventiv in Deutschland: Anhalt, auch Homburg a/Rhein, 1911, Bonte!). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1916/8, Probst!, Aellen! Die Exemplare weichen von der von Hauman-Merck (Anal. Mus. Nac. Hist. Nat. Buenos Aires XXVIII [1916], 278—281) gegebenen Beschreibung etwas ab durch die oft gut ausgebildeten Seitenährchen und die längeren (oft reichlich 4 cm langen) Hüllspelzen; doch ist die Granne der fruchtbaren Deckspelze des Mittelährchens stets höchstens 4 mal so lang als ihre Spelze. — Var. *****pubiflorum*** (Hooker) Thellung Fl. adv. Montpell. (1912), 158 [cum cit. falsa] (H. secalinum var. pubiflorum Hauman-Merck l.c. [1916], 306; Anden von Bolivia bis Feuerland). Deckspelze der Seitenährchen kürzer begrannt als beim Typus, die Spitze der fruchtbaren Deckspelze des Mittelährchens (ohne deren Granne) kaum erreichend; Spelzen meist ± weichhaarig. Eine Form von zweifelhafter systematischer Stellung. — Derendingen, neben dem Typus, 1917/8, Probst!, Aellen!

Hordenm marinum Hudson (H. maritinum With.; Medit., SW.-Eur., Am.) ssp. *eu-maritimum* (Briq. Prodr. fl. corse I [1910], 192 sub H. maritimo) Thell. **comb. nov.**: Aigle, auf Schutt, 1910, H. Jaccard!; Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!; Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (australische Schafwolle), 1916, Probst!; St. Johann-Bahnhof in Basel, 1915, W. Weber!; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, A. Schnyder!; Bahnhof Chur, 1916: J. Braun und Hatz in Jahresber. Naturf. Ges. Graub. N. F. LVII (1917), 41.

-- — ssp. *Gussoneanum* (Parl.) Thellung: décombres à Genève, 1874, Ayasse! (pro H. murino); Kammgarnfabrik Derendingen (Solothurn), 1918, Probst!

Hordeum muticum Presl sens. ampl. (S.-Am.; adv. S.-Frankr., Deutschl.) var. ***superatum*** (Hackel) Thell. Fl. adv. Montpell. (1912), 157, 159 (H. stenostachys Godron): Seeaufschüttung beim Belvoir, Zürich 2, 1912, Thellung; Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1916, Probst! — Var. *****andicola*** (Griseb.) Thell. l. c. (1912), 159 (H. secalinum var. andicola Hauman-Merck in Anal. Mus. Nac. Buenos Aires XXVIII [1916], 304; ? H. secalinum var. parviflorum Hackel ap. Stuckert in Anal. l. c.

XII [1906], 533; andines S.-Am., eine Form von zweifelhafter systematischer Stellung): Derendingen, wohl aus argentinischer Wolle, 1917, Probst!

Hordeum euclaston Steudel (H. fragile Godron [1853] nec Boiss. [1846]; östl. S.-Am., adv. S.-Frankr., Deutschl.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!

Hordeum pusillum Nutt. (N.-Am., auch Argentinien etc.). — Wiesendamm in Basel, 1915, Aellen!; Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1916/8, Probst!, Aellen!

* **Cyperus alternifolius** L. (Zierpflanze von der Insel Réunion). — St. Jakob - Neue Welt b. Basel, Schutt am Birsufer, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 207, sphalm. «C. alterniflorus»).

Cyperus congestus Vahl (Mariscus congestus C. B. Clarke; S.-Afr., St. Helena, O.-Medit., Austral.; verwildert in Portugal, Zentr.-Eur. usw.). — Am Genfersee: C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. Cap. VII, 1 (1897), 192.

Cyperus declinatus Mönch (C. monandrus Roth; C. vegetus Willd.; vergl. Thellung Fl. adv. Montpell. [1912], 164, 676. — Chile, Argent.; eingebürgert auf den Azoren, in SW.-Eur., Kaliforn., N.-Seeland etc.; selten verschleppt oder verwildert in Mittel-Eur.). — Botan. Garten Zürich, auf Gartenland und Schutt verwildert, 1906/9, Thellung; Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, 1914, H. Gams!; Lagerhaus in Pratteln (Basel-Land), 1914, E. Tschopp! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915] 207); Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, auf Wollkompost, 1916/7, Probst!

Cyperus Michelianus (L.) Link (Scirpus Michelianus L.; Medit. bis Japan, auch südöstl. M.-Eur.). — Ufer des Luganersees bei Melide, mit C. fuscus, 1918, A. Voigt-Dresden!

* **Cyperus filiculmis** Vahl (N.-Am., adv. auch schon in Holland [!] beobachtet [Jansen u. Wachter in Nederl. Kruidk. Archief 1917 (1918), 230]). — Basel, ehemaliger Hühnerhof am Wiesendamm, 1917, Aellen!

* **Cyperus reflexus** Vahl (S.-Am., z. B. Argentinien, Chile usw.). — Basel, Schutt an der Verbindungsbahn (Gellert), 1914, Aellen u. Weber! det. Palla (vergl. Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 207). Die Pflanze stimmt nach freundlicher brieflicher Mitteilung von Prof. Dr. E. Palla-Graz am besten mit Exemplaren aus Argentinien mit gleichfalls stark reduzierten

Inflorescenz überein und dürfte daher aus jener Gegend mit Getreide eingeschleppt worden sein.

* ***Cyperus fulvus*** R. Br. (Austral.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (austral. Schafwolle), 1914, Probst!; ebenda auch 1917 (Probst!, Aellen!) in einer Form (?) mit verhältnismässig (über $1/2$ mm) langer, an der Spitze zurückgekrümmter Stachelspitze der Blütenspelzen.

Schoenoplectus Tabernaemontani (Gmelin) Palla f. **zebrinus** Hort. (Zierpflanze). — Verwildert auf der Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, 1914, Thellung.

Tradescantia virginiana L. (N.-Am.). — Mehrfach verwildert um Neuchâtel, z. B. bei St. Blaise: H. Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 135.

Phoenix dactylifera L. (bekannte Kulturpfl.; Canar., N.-Afr., S.-W.-As., vielleicht von der indischen Ph. silvestris Roxb. abstammend). — Schaffhausen, Stadt-Kehrichtablage, 1917, Aellen!

Asphodelus tenuifolius Cav. (Medit.) — Güterbahnhof Wolf in Basel, 1917, Aellen!

Asphodeline lutea (L.) Rchb. (Östl. S.-Eur., SW.-As., N.-Afr.). — Bei Vaumarcus (Neuenburg) vom Baron v. Büren angepflanzt (Le Rameau de Sapin III [1868], 36 sub Asphodelo luteo), hat sich daselbst bis heute erhalten (A. Gaille! ibid. 44ᵉ année [1910], 32, 2ᵉ sér. I [1917], 7; A. Dubois ibid. 46ᵉ année [1912], 41, 42 [omnes sub *Asphodelo*]; vergl. auch Schinz u. Keller Fl. d. Schweiz, 3. Aufl. II [1914], 61).

****Lilium chalcedonicum*** L. (altbekannte Zierpflanze aus Griechenland und den Jon. Inseln.) — Verwildert in Baden (Aargau) an der Badhalde: Lüscher Fl. Aarg. (1918), 162.

Scilla sibirica Andrews (Zierpfl. aus Mittel- u. S.-Russl. u. SW.-As.). — Zu dieser in neuerer Zeit oft gezogenen, vielfach die *S. amoena* L. in der Kultur verdrängenden Art gehört die von Naegeli und Thellung (Ruderal- u. Adventivfl. Kt. Zürich p. 25 in Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich L [1905], 249) als S. amoena aufgeführte Pflanze vom ehemaligen Friedhof auf der Hohen Promenade in Zürich.

Ornithogalum narbonense L. (Medit.). — Eichbühel bei Diessenhofen (Thurgau), 1915, H. Brunner! (Mitteil. Thurg. Natf. Ges. Heft 21 [1915], 203) [in den Ber. Schweiz. Bot. Ges. XXIV/XXV (1916), 173 infolge eines Druckversehens irrtümlich als *O. pyrenaicum* L. aufgeführt].

Narcissus Jonquilla L. (Span., N.-Afr.; kult. u. verwildert im ganzen Medit.-Gebiet). — Ronco (Tessin), gegen Fontana Martina, 1917, A. Schnyder!

Crocus aureus Sibth. et Sm. (C. luteus Poiret?; Zierpfl. aus SO.-Eur., Kl.-As.). — Um Neuchâtel hie und da verwildert: H. Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 130.

Tritonia crocosmiiflora (Lemoine) Nicholson [1887], Voss [1896] (Montbretia crocosmaeflora Lemoine; wahrscheinlich Gartenbestand aus zwei südafrikanischen Arten: T. aurea × Pottsii?). — „Neue Welt“ bei Basel, Schutt an der Birs, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 208); verwildert im „Althau“ bei Tägerwilen (Thurgau) 1916: Dr. J. Bär (mündl. Mitteilung); Biberist bei Solothurn, 1917: Probst.

Populus balsamifera L. (N.-Am.). — Ein Busch am Areuse-Ufer bei Couvet: C. Wirth Fl. des Traverstales (1914), 89 in Beih. Bot. Centralbl. XXXII. Abt. II.

Humulus japonicus Sieb et Zucc. (Japan). — Verwildert am Viehhof in Bregenz (Vorarlberg), 1911: Murr in 50. Jahresber. Landesmus. Vorarlb. (1914), sep. p. 12; Basel, am Rhein beim Schlachthaus: Aellen u. Weber nach Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 208; Burgfelden (Elsass), aus Basler Stadtkehricht, 1918. Aellen!

Rumex bucephalophorus L. (Medit.). — Wiesendamm in Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 208); St. Johannbahnhof in Basel, 1917, Aellen!; Güterbahnhof Zürich, 1916/7 mehrfach, Thellung; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, Schnyder!

Rumex palustris Sm. (R. limosus Thuill. ex p.; N., Zentr.- u. O.-Eur.; cf. Murbeck in Bot. Notiser 1913, 201—237 et Ber. Schweiz. Bot. Ges. XXIII [1914], 72; aus der Schweiz von Rheinfelden angegeben, doch gehören die eingesehenen Belege im Herb. des Naturhist. Mus. in Aarau sämtlich zu R. maritimus! [vergl. auch Lüscher Fl. Aarg. (1918), 128]). — Bindfadenfabrik in Flurlingen (Zürich), 1917, Aellen!

Rumex cf. ***dentatus*** L. (N.-Afr., W.-As.). — Solothurn, Hühnerhof Latscha (Nähe der Malzfabrik), 1915, Probst!

Rumex salicifolius Weinm. (N.Am., selten advent. in Zentr.-Eur.). — Wiesendamm in Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 69); Badische Lagerhäuser in Basel, 1917, Aellen!; Fribourg: Pérolles, Moulin Grand, 1917, F. Jaquet!? (zu junge Exemplare); S. Moritz am See, 1918, Branger!

Polygonum arenarium W. K. s. l. em. Thellung Fl. adv. Montpell. (1912), 186 (S. u. O.-Eur., W.-As.) — Güterbahnhof Wolf in Basel, 1917, Aellen! Die Pflanze hält in der Struktur der Fruchtschale völlig die Mitte zwischen den Unterarten arenarium (W. K.) und pulchellum (Loisel.) Thell. l. c., was mich, da ich die allzu optimistische Angabe von Ascherson u. Graebner (Syn. IV, 868 [1913]), dass P. arenarium durch die Form des Gesamtblütenstandes unter allen Avicularia leicht kenntlich sei, nicht zu bestätigen vermag, in meiner früheren Auffassung, dass P. arenarium und pulchellum nicht spezifisch getrennt werden können, bestärkt.

Polygonum patulum M. Bieb. (P. Bellardii auct. non All.; cf. Schinz u. Thellung in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LX [1915], 351; Medit. bis Sibir.). — Rheinhafen, Wiesendamm und Bahnhof Wolf in Basel, Muttenz und Birsfelden (Basel-Land), 1915, Aellen! u. Weber! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 69); Wildbachsammler an der Solothurn-Bellacher Grenze 1915, Solothurner Stadtmist, 1916, Hühnerhof Zwygart, 1918, Probst!; Kompost in Roggwil (Bern) und Getreidelagerhäuser in Romanshorn (Thurgau), 1917: Aellen.

Polygonum cognatum** Meissner (SW.-As.) var. ***alpestre (C. A. Meyer) Meissner (P. herniarioides auct. gall. non Del.; cf. Thellung Fl. adv. Montpell. [1912], 187 not.; Marnac et Reynier in Bull. Soc. Linn. de Provence séance du 14 nov. 1913, sep. [1914] pp. 14/5; A. Reynier in Le Monde des Plantes 18e année [2e sér.] No. 101 [1916], 23—24. — Eingebürgert in S.-Frankr. im Dépt. Bouches-du-Rhône, verschleppt, neuerdings auch in England!). — Solothurn, Hühnerhof Latscha (Malzfabrik), 1916, Probst!

Polygonum** cf. ***ramosissimum Michx. (N.-Am.; adv. in Holland [? Bestimmung auch hier nicht ganz sicher]). — Schutt im Ruchfeld bei Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 69).

Polygonum polystachyum Wall. (Zierpfl., Himalaja; verwildert auch in England). — Freiburg: F. Jaquet (briefl. an Prof. Schinz); Olten, 1917: Isler nach Probst (briefl.); Aarau, an einer Mauer am Strassenrand (kaum Kulturrelikt, weil seit 40 Jahren keine Gärtnerei mehr dort), seit mehreren Jahren: Lüscher briefl. (1915); verwildert in Erlisbach bei Aarau, 1917, Lüscher! (vergl. Fl. Aarg. [1918], 129); desgl. an der Biberlinstrasse in Zürich 7, 1917, Thellung; Reckenbühl in Luzern, auf Schutt, 1918, M. Heller!: Rietgasse in Rheineck (St. Gallen), verwildert, 1915, Dr. C. Sulger-Buel!

Polygonum orientale L. (Zierpfl. aus Ind., China). — Schutt bei Olten-Hammer, 1918: Isler nach Probst (briefl.).

Beta trigyna W. et K. (O.-Eur., W.-As.). — Mühle von Pérolles in Freiburg, seit einigen Jahren sich erhaltend, Jaquet! [teste Schinz]; an der Bahn bei Bevers im Engadin, 1912, Candrian!

Chenopodium striatum (Krašan) Murr (Heimat nicht sicher bekannt, vielleicht O.-As.?). — Um Basel 1914/5 mehrfach beobachtet, so am Wiesendamm, bei der Gasfabrik, bei der chemischen Fabrik, auf dem Areal des alten Badischen Bahnhofs, im St. Johann-Bahnhof und Birsfelden (Basel-Land), Aellen u. Weber! (vergl. Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 208 und Aellen in Allg. Bot. Zeitschr. XXII [1916], 70); an den meisten Orten auch 1917/8, Aellen!; Güterbahnhof Aarau [vergl. Lüscher Fl. Aarg. (1918), 127], 1917: Aellen!; Hauptbahnhof Solothurn, 1917: Probst; Bahnhöfe Chur 1917, Visp 1919, Thellung.

Chenopodium album* × *Berlandieri (*Ch. subcuneatum* Murr). — Wiesendamm und Birsfelden bei Basel, in verschiedenen Hybridationsstufen, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 70), W. Weber!; Neu-Allschwil (Basel-Land), 1918, Aellen! — ***Ch. album*** var. ***viride*** (L.) Wahlenb. [= f. cymigerum Koch] × ***Berlandieri*** = × *Ch. subcuneatum* var. ***leptocarinatum*** Aellen **var. hybr. nov.**: Ruchfeld (Basel-Land), 1918, Aellen!

Chenopodium album* × *hircinum (bisher nur aus Deutschland [Anhalt] bekannter Bastard, vielleicht auch in England?!). — Wiesendamm in Basel, mit den Stammarten, 1914/5, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 208; Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 70); Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (teilweise in einer sehr kleinblätterigen Form, die den Einfluss der Rasse subtrilobum Issler des Ch. hircinum erkennen lässt), 1915/7, sowie auf Schutt in Birsfelden bei Basel, 1917, Aellen!

*****Chenopodium album* × (*hircinum* × *striatum*) = *Ch. album* × *Haywardiae*** Aellen in Fedde Repert. spec. nov. Nr. 422/6, Rep. Eur. et Medit. I. Bd. Nr. 17 (1918), 179 [sub *Ch. (hircinum × striatum) × album = Ch. Haywardiae × album*] = ***Ch. basileense*** Aellen l. c.: Wiesendamm bei Basel, 1917: Aellen (l. c.).

****Chenopodium album* × *leptophyllum*** Aellen **hybr. nov.** [in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 70 (sine descr.) ex p., quoad loc. St. Ludwig et Wiesendamm] = ***Ch. leptophylliforme*** Aellen in Fedde Repert. spec. nov. Nr. 422—426, Rep. Eur. et Medit. I. Bd. Nr. 17 (1918), 177 (cum descr. lat.). — Schutt bei St. Ludwig (Elsass) 1913, Wiesendamm 1915, Badische Lagerhäuser 1917, Aellen l. c. [Die früher (l. c. 1916, 70) als Ch. album × leptophyllum aufgeführten Pflanzen von der Uferstrasse in Basel (W. Weber) und von Birsfelden gehören nach erneuter Prüfung zu einer schmalblätterigen Form von Ch. album.) — Var. ***glabrum*** Aellen l. c. 1918, 177: Wiesendamm 1917, Aellen! (l. c.).

****Chenopodium*** (cf.) [***album* × *leptophyllum***] × ***Berlandieri*** Aellen (**hybr. nov.**) in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 70 (cum brevi diagn. lat.). — Wiesendamm in Basel: Aellen l. c.; auch 1917 (als *Ch.* cf. [*album* × *Berlandieri*] × *leptophyllum*), Aellen!

Chenopodium album* × *striatum (*Ch. pseudostriatum* Zschakke). — Wiesendamm bei Basel 1915, Aellen! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 208; Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 70), W. Weber! — ***Ch. album*** var. ***viride*** (L.) Wahlenb. [= f. *cymigerum* Koch] × ***striatum*** = × Ch. pseudostriatum Zschakke var. *Issleri* [Murr] A. et G.): Badische Lagerhäuser in Basel, 1918, Aellen!

Chenopodium leptophyllum Nutt. (N.- u. S.-Am.; in Eur. neuerdings mehrfach, besonders mit nordamerikanischem Getreide eingeschleppt). — Birsfelden (Basel-Land) und St. Ludwig (Elsass) bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (vergl. Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 208); auch sonst in und um Basel in neuerer Zeit mehrfach (vergl. Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 70); ebenso um Zürich, Thellung; Els.: auf einem mit Baseler Stadtkehricht gedüngten Acker unterhalb Burgfelden, 1918: Aellen; Pérolles (Frib.), 1917: Jaquet; Tribschen-Moos bei Luzern 1916, beim Bahnhof Luzern 1918, Roggwil (1917) und Bahnhof Langenthal (Bern) 1917/8, Bahnhöfe von Aarau [vergl. Lüscher Fl. Aarg. (1918), 127] 1917/8, Oerlikon (Zürich) 1917, Bahnhof Bürglen und Getreidelagerhäuser in Romanshorn (Thurgau) 1917: Aellen; Derendingen und Luterbach bei Solothurn, 1917, auch 1918 mehrfach in und um Solothurn: Probst, Aellen; Olten 1918: Probst.

— — var. *oblongifolium* S. Watson (= Ch. oblongifolium Rydberg in Bull. Torrey Bot. Club XXXIII [1906], 137): hie und da neben dem Typus; z. B. Wiesendamm in Basel, 1915, Aellen! (l. c.); Seeaufschüttung im Belvoir Zürich 2, 1917 und Bahnhof Tiefenbrunnen in Zürich 8 (Ausladestelle von nordamerikanischem Getreide) 1917/8, Thellung.

Chenopodium Berlandieri Moq. (N.-Am.). — Wiesendamm in Basel und Ödland zwischen Lörrach und Hagen (Baden): Aellen nach Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 208; Areal des alten Badischen Bahnhofs: W. Weber nach Binz l. c. (ssp. *platyphyllum* [Issler]); in und um Basel neuerdings mehrfach, besonders am Wiesendamm, Bahnhof Wolf, Ruchfeld, Birsfelden, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 70); Pérolles (Fribourg), 1917: Jaquet; Hühnerhof Zwygart in Solothurn, 1918, Probst!, Aellen; Solothurner Stadtkehricht, 1918: Aellen; Tribschen-Moos bei Luzern, 1916: Aellen; Bahnhof Langendorf (Solothurn), 1917: Probst; Seeaufschüttung beim Belvoir und Bahnhof Tiefenbrunnen (Ausladestelle von nordamerikanischem Getreide) bei Zürich, 1917, Thellung. — f. ***ficifoliiforme*** A. Ludwig: Wiesendamm 1915, Aellen! (l. c.). — Var. ***farinosum*** Ludwig: ebenda, Aellen! (l. c.).

— — ssp. *platyphyllum* (Issler) Ludwig: Alter Badischer Bahnhof in Basel, 1914, Aellen u. Weber!; Wiesendamm: Aellen l. c. (1916).

Chenopodium Berlandieri* × *hircinum (bisher nur im Elsass gefunden). — Basel am Wiesendamm, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 70); Kompost in Neu-Allschwil bei Basel, 1916, Aellen!

****Chenopodium Berlandieri* × *leptophyllum* = *Ch. Binzianum*** Aellen et Thellung (**hybr. nov.**) in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 70 (cum descr. lat.) emend. (sens. ampl.). — Tritt in folgenden 3 Formen auf: 1. als ***Ch.*** cf. ***Berlandieri*** (typ.) × ***leptophyllum*** (typ.) Aellen l. c. (sine descr.): Wiesendamm bei Basel, 1915, Aellen! (l. c.). — 2. als ***Ch. Berlandieri*** (var. *farinosum* Ludwig) × ***leptophyllum*** (typ.) Aellen! in Fedde Repert. spec. nov. Nr. 422/6, Rep. Eur. et Medit. I. Bd. Nr. 17 (1918), 178 (= *Ch. Binzianum* Aellen et Thell. sens. strict., ursprünglich [l. c. 1916] irrtümlich für *Ch. Berlandieri* [*farinosum*] × *leptophyllum* [*oblongifolium*] gehalten): Wiesendamm, 1915, Aellen! — 3. als ***Ch. Berlandieri*** (typ.) × ***leptophyllum*** *oblongifolium* = × *Ch. Binzianum* var. ***obtusum*** Aellen l. c. 1918, 178: Wiesendamm 1912, 1915, Aellen (l. c.).

****Chenopodium Berlandieri* × *striatum* = *Ch. Bechereria-***

num Aellen **hybr. nov.** — Wiesendamm in Basel, 1915, 1918, Aellen!

Chenopodium hircinum Schrader (S.-Am.).— Wiesendamm in Basel, auch in der Form ***multidentatum*** Ludwig, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 208); Birsfelden (Basel-Land): Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 70; Pérolles (Frib.), 1917: Jacquet; Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1915/8, Probst!, Aellen!; Wildbachsammler an der Solothurn-Bellach-Grenze, sowie Olten, 1917: Probst; Tuchfabrik Roggwil (Bern) und Getreidelagerhäuser in Romanshorn, 1917, Aellen!; Wollkompost in Liestal, Bahnhof Aarau [vergl. Lüscher Fl. Aarg. (1918), 127] und Gennersbrunn (Schaffhausen), 1917: Aellen; Bahnhof Felben (Thurgau), 1917, Thellung.

— — var. ***subtrilobum*** Issler: Wiesendamm und Gellert in Basel und Binningen unweit Basel, 1914: Aellen u.Weber! nach Binz l. c. (1915); Kompost an der Strassburgerallee in Basel (leg. Frau B. Aellen) und Ruchfeld (Basel-Land) 1918: Aellen.

****Chenopodium hircinum × leptophyllum = Ch. pseudoleptophyllum*** Aellen ***(hybr. nov.)*** in Fedde Report. Spec. nov. Nr. 422—426, Rep. Eur. et Medit. I. Bd. Nr. 17 (1918), 178. — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Aellen!

****Chenopodium hircinum × striatum*** *(Ch. Haywardiae)* Murr! in Allg. bot. Zeitschr. XX (1914), 25 et ap. G. Cl. Druce Rep. Bot. Exch. Club Brit. Isl. for 1914, vol. IV part I (May 1915), 19, pl. II, III (Ch. striatum × hircinum = × C. Haywardii [sic!] Murr ap. Druce Rep. for 1913 vol. III, part V [Febr. 1914], 334, nomen tantum; bisher nur aus Schottland [!] bekannt). — Wiesendamm in Basel, inter parentes, 1914, Aellen u. Weber! [teste Murr] (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 208); Bahnhof St. Johann in Basel, 1917, Aellen!; Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, 1917, Thellung. Unterscheidet sich von Ch. album × hircinum ähnlich wie Ch. striatum von Ch. album. — ***Ch. hircinum*** var. *subtrilobum* Issler × ***striatum*** (= × *Ch. Haywardiae* var. ***multispicatum*** Aellen **var. hybr. nov.**): Wiesendamm in Basel, 1917, Aellen!; Ruchfeld (Basel-Land) 1918: A. Becherer nach Aellen briefl.

****Chenopodium murale × striatum = Ch. mirum*** Aellen! **hybr. nov.** — Badische Lagerhäuser in Basel, 1917, Aellen!

****Chenopodium auricomiforme*** Murr et Thell. in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LX (1915), 432 (Zwischenart von *Ch. album* und dem australischen *Ch. auricomum* Lindley; wohl sicher in Australien beheimatet). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus australischer Schafwolle, 1914, Probst! (nach Murr u. Thell. l. c.). Mit Sicherheit bisher nur von dieser Funstelle bekannt. Vielleicht auch in Schottland eingeschleppt: Galashiels, 1914, Miss J. M. Hayward! [vergl. Rep. Bot. Exch. Club Brit. Isl. for 1915, vol. IV, part III (1916), 208] (nicht sicher bestimmbare Blattexemplare).

Chenopodium glaucum L. (Eur., W.- u. N.-As.; N.-Am. [adv.?]; verwandte Formen in N.- u. S.-Afr., Austral. etc.) ssp. ***ambiguum*** (R. Br.) Murr et Thell. in Thellung Fl. adv. Montpell. (1912), 169 (Austral., N.-Seeland; vielleicht auch Mexiko und S.-Am.; adventiv bei Montpellier und neuerdings in Deutschland gefunden; unterscheidet sich vom typischen Ch. glaucum, abgesehen von der Blattform, auch durch grössere [etwas über 1 mm im grössten Durchmesser haltende], sehr stumpfrandige Samen und stellt daher vielleicht doch eine eigene Art dar). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus australischer Schafwolle, 1916/7 Probst!

Chenopodium rubrum L. (Eur., SW.- u. Zentr.-As., N.-Am.) var. **crassifolium** (Nees) Moq. (var. botryodes Sonder; Salzstellen und Küstenländer von Europa; in der Schweiz wohl nur adventiv). — Wiesendamm bei Basel, 1914/5, Aellen u. Weber! (*f. glomeratum* [Wallr.]); Birsfelden (Basel-Land), 1915, Aellen u. Weber! (*f. cymosum* [Beck]); Solothurner Stadtmist, 1916, Probst!

Chenopodium ambrosioides L. (Trop. Am.; durch Kultur und Verwildern eingebürgert in allen wärmern Regionen). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst! — Var. *suffruticosum* (Willd.) Thellung: mit dem Typus, 1917, Probst!; Güterbahnhof Zürich, 1917, Walo Koch! [neuerdings auch in Holland! (= Ch. anthelminthicum Fl. Batav. sec. Jansen et Wachter in Nederl. Kruidk. Archief 1917 [1918], 235)].

Chenopodium foetidum Schrader (Trop. u. Subtrop.). — Garten der Landwirtschaftlichen Schule in Zürich, als Unkraut, 1915, E. Baumann!

Chenopodium cristatum F. v. Mueller (Austr.; einmal adv. in Deutschl., vergl. Thellung in Ascherson u. Graebner Synopsis V, 218 [1913]). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (australische Schafwolle), 1914, und vereinzelt unter Ch. carinatum R. Br., 1917, Probst! — var. (?) ****holopterum*** Thell. **f. nov.** (ala tepalorum subintegerrima, a latere visa triangulari, appendicibus fimbriiformibus dorsalibus et processu aristiformi terminali plane destituta. An species propria? an proles hybrida: *Ch. carinatum* × *cristatum*? Differt a Ch. carinato carina tepalorum in alam longitudinalem tenuem triangularem producta nec obtuse naviculari). Flügel der Perianthblätter (von der Seite gesehen) dreieckig, fast ganzrandig, gleichsam auf den Grundkörper reduziert, ohne dorsale fransenförmige Anhangsgebilde und ohne grannenartige Endspitze. Mit dem Typus der Art und mit Ch. carinatum, in wenigen Exemplaren, 1917, Probst! Bei der Spärlichkeit des Materials lässt sich ein endgültiges Urteil über den Wert dieser auffallenden Sippe noch nicht abgeben. Sofern man nicht eine besondere Art anzunehmen geneigt ist, liegt der Gedanke an einen Bastard (C. carinatum × cristatum) oder noch mehr an eine Abart von Ch. cristatum nahe, bei welcher Spezies möglicherweise die der zoochoren Verbreitung dienenden Anhangsgebilde der Perianthblätter, ähnlich den Früchten vieler Medicago-Arten, starke Schwankungen in der Ausbildung aufweisen uud unter Umständen gänzlich verkümmert sein können.

Chenopodium multifidum L. (Roubieva multifida Moq.; S.-Am., eingebürgert in S.-Eur.). — Limmatufer bei Killwangen (Zürich), 1911, H. Gams!; St. Johann-Bahnhof in Basel (1915/7) und Birsfelden bei Basel, 1915, Aellen u. Weber! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 70); Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!

Atriplex sagittatum Borkh. 1793 (A. nitens Schkuhr 1803; Deutschl., O.-Eur., W.-As.). — Yvorne (Waadt), auf Kulturland, 1910, H. Jaccard!

Atriplex litorale L. (Küstenländer und salzige Stellen in Eur. und As.). — Alter Badischer Bahnhof in Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 208); Feldkirch, 1917: Murr (in litt.).

Atriplex tataricum L. (A. laciniatum auct.; Medit., W.-As. etc.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (australische [!] Schafwolle), 1914/7, Probst!; Birsfelden bei Basel, 1915, W. Weber!; Baseler Rheinhafen, 1915, Aellen!

Atriplex* cf. *roseum L. (Eur., SW.-As., N.-Afr.; Austral.? [von Moquin angegeben, nach Bentham jedoch zweifelhaft]). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus australischer (?) Schafwolle, 1917/8, Probst!, Aellen! Die Pflanze stimmt mit keiner der aus Eurasien beschriebenen Rassen des A. roseum überein; es dürfte sich daher um eine australische Form, deren Zugehörigkeit zur Art nicht zweifellos feststeht, handeln. Sie zeichnet sich aus durch die Kombination folgender Merkmale: Grössere Laubblätter $3^{1}/_{2}$—5 : $1^{1}/_{2}$—$2^{1}/_{2}$ cm, dreieck-eiförmig bis lanzettlich-eiförmig, in eine ganzrandige Spitze ausgezogen, durch die im untern Drittel vorspringenden Seitenecken oft schwach spiessförmig, die grösseren am Grunde breit keilförmig und über den Spiessecken doppelt buchtig gezähnt, die kleineren schmäler keilförmig (mehr rhombisch) und einfach buchtig; Vorblatthülle stark zusammengedrückt, etwa $3^{1}/_{2}$—4 mm lang ± 3 mm breit, breit dreieckig-eiförmig (grösste Breite im untern Drittel), über den Seitenecken mit einigen spitzen Zähnen versehen, in eine grüne, ± ganzrandige Spitze ausgezogen-zugespitzt, auf der Fläche oft höckerig-weichstachelig. In der Flora Australiensis finde ich keine übereinstimmende Art beschrieben. *A. Muelleri* Bentham, unter welchem Namen Druce (Bot. Exch. Club Brit. Isl., Rep. for 1917 vol. V part I [1918], 51) englische Vorkommnisse unserer Pflanze (aus York!) auf Grund meiner vorläufigen Bestimmung (nach unentwickeltem Material) aufführt, unterscheidet sich durch eine kugelige, glatte Röhre der Vorblatthülle, die länger ist als die freien Lappen derselben. Nähere Beziehungen zeigt unsere Adventivpflanze zu *A. semibaccatum* R. Br., das sich in typischer Ausbildung durch viel kleinere Laubblätter und durch kürzere (fast 1 : 1), fast rhombische, glatte Vorblatthülle mit die Röhre an Breite kaum übertreffenden, nicht in eine Spitze ausgezogenen Lappen unterscheidet. [Die letztere Art findet sich verschleppt in Kalifornien und wurde — mindestens in stark angenäherter Form — zwischen 1889 und 1895 von Alpers (!) bei der Döhrener Wollwäscherei unweit Hannover gesammelt und von Ascherson mit Zweifeln als A. tataricum angesprochen, von Alpers (Jahresh. Naturw. Ver. Lüneb. XIV, 1896/8 [1898], 69) unter A. tataricum inbegriffen].

Atriplex cf. *****campanulatum*** Bentham (Austral.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst! (mit *A.* cf. *roseum* und noch anderen, nicht näher bestimmbaren [sterilen], vermutlich australischen *Atriplex*-Arten).

****Atriplex argenteum*** Nutt. (N.-Am.). — Badische Lagerhäuser in Basel, 1917, Aellen!

Axyris amarantoides L. (Russl., Sibir., Mongolei; eingebürgert in N.-Am.: Manitoba, N.-Dakota [Standley in N.-Am. Fl. vol. 21 part 1 (1916), 76]; neuerdings in deutschen Rheinhäfen! eingeschleppt; allerneuestsens auch in Frankreich nach José Chevalier in Le Monde des Plantes 19^e année [2^e sér.] No. 112, «mai» 1918 [III. 1918], 12, und V. Brandicourt ibid. No. 115 [nov. 1918], 24, sowie in England). — Wiesendamm bei Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); Bahnhof Wolf in Basel, 1916, und Bahnhof Bürglen (Thurgau), 1917: Aellen. Da die Pflanze sich bei uns an allen 3 Fundorten (wie auch im Dept. Somme) zusammen mit Ambrosia trifida vorfand, ist zweifellos eine Einschleppung aus dem sekundären nordamerikanischen Verbreitungsgebiet mit Getreide anzunehmen; das Gleiche vermutet auch Druce (Bot. Exch. Club, Rep. for 1917, vol. V, part I [1918], 80/1) für die englischen adventiven Vorkommnisse.

* ***Bassia quinquecuspis*** F. v. Mueller (Anisacantha muricata Moq.; Austral.; adventiv auch schon in Deutschland: Kettwig a. d. Ruhr, 1913 [Bonte! det. A. Ludwig] und England [!] beobachtet). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus australischer Schafwolle, 1916/7, Probst!

Suaeda maritima (L.) Dumort. (Küstenländer von ganz Eur. und fast kosmop.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1916, Probst!

Suaeda altissima (L.) Pallas (Span., N.-Afr., SO.-Eur., SW.-As.; adv. Deutschl.!). — Im Pfarrgarten zu Sils im Domleschg, 1893, spontan aufgetreten, Pfr. Caveng! (Herb. Eidg. tech. Hochschule).

Salsola Kali L. (Küstenländer der gemäss. Zonen). — Birsfelden und Kleinhüningen (Basel), St. Ludwig (Elsass): Aellen u. Weber nach Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 208; Rheinhafen und Birsfelden bei Basel, 1915: Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 71; Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!; Getreidelagerhäuser in Aarau, 1917/8: Aellen; Güterbahnhof und Tiefenbrunnen bei Zürich, sowie Bahnhof Walenstadt, 1917, Thellung; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1918, Schnyder! — Var. *pseudo-Tragus* Beck (var. tenuifolia auct.): Derendingen, mit dem Typus, auch 1917, Probst!, Aellen!

Amarantus caudatus L. (seltener verwildernde Zierpflanze aus dem Trop. Afr. u. As.; vergl. Thellung in Ascherson u. Graebner Synopsis V, 232 [1914]). — Birsfelden bei Basel, 1914/5, Aellen u. Weber!, 1918 in der Form *tenuispicatus* Thellung in einem Acker daselbst mit verschiedenen Formen von A. paniculatus, Aellen!

Amarantus hybridus L. (trop. Am.) ssp. *hypochondriacus* (L.) Thell. var.

chlorostachys (Willd.) Thell. (eingebürgert in Medit.-Gebiet usw.) subvar. ***aciculatus*** Thell. in A. et G. Syn. V, 238 (1914). — Zwischen St. Jakob und „Neue Welt" bei Basel, 1903, Binz! (?); St. Ludwig (Elsass) bei Basel, 1913, Schülerfund im Herb. Binz!; Kiesgrube Hardau in Zürich, 1913, Beger! [alle drei nach Thellung l. c. 239]; Birsfelden bei Basel, 1915, W. Weber! (?) (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 209); Güterbahnhof Zürich, 1914/5, Thellung; Badische Lagerhäuser in Basel und Bindfadenfabrik in Flurlingen (Kt. Zürich), 1917, Aellen!

— — subvar. *pseudo-retroflexus* Thell. (A. Powelli S. Watson teste P. C. Standley in N.-Am. Fl. vol. 21 part 2 [1917], 112; N.-Am.). — Birsfelden bei Basel, 1914/5, Aellen! und Weber!; Fribourg: Pérolles, Moulin Grand, 1917, F. Jaquet!

— — subvar. ***aristulatus*** Thell. in A. et G. Syn. V, 240, 354 (1914) (Argent., auch Kaliforn.!; adventiv in Deutschl., Frankr. und Engl.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1916/7, Probst!, Aellen!; Wollkompost der Tuchfabrik Spinnler in Liestal (Basel-Land) und auf Wollkompost in Roggwil (Bern), 1917, Birsfelden (Basel-Land) 1918, Aellen!

Amarantus cf. (*hybridus* L. ssp.) ***celosioides*** H. B. K. (Trop. S.-Am.). — Güterbahnhof Zürich, 1917, mit *A.* (hybridus L. ssp. cruentus [L.] var.) *patulus* Bertol., 1917, Thellung. Die Pflanze ist morphologisch von dem echten A. celosioides kaum zu unterscheiden, dürfte aber genetisch von A. patulus (durch starke Verkürzung der Vorblätter) abzuleiten sein und — nach der Begleitflora zu urteilen — aus S.-Eur. stammen.

Amarantus [*hybridus* ssp. *cruentus* var.] *paniculatus* × *retroflexus* = C. *turicensis* Thellung in Asch. et Gr. Synopsis V, 264/5 (1914) (Bisher nur im Botan. Garten Zürich beobachtet). — Kompost (Kartoffelfeld) bei Neu-Allschwil (Basel-Land), mit Chenopodium Berlandieri und opulifolium, Panicum capillare etc., aber [zurzeit!] ohne A. paniculatus, 1918, Aellen! Die Pflanze steht dem A. paniculatus näher und ähnelt auch stark dem A. quitensis, von dem sie sich fast nur durch die derberen und etwas längeren Vorblätter unterscheidet (vergl. auch die Anm. auf S. 263 der Synopsis).

Amarantus quitensis H. B. K. (extra-trop. S.-Am.; adv. in Frankr.!, Deutschl.!, Engl.!). — Schutt in Birsfelden (Basel-Land), 1915/8, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71; teilweise f. *rufescens* Thell.); Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917/8, Probst!, Aellen!; Wildbachsammler an der Grenze

Solothurn-Bellach, 1917, Probst! — Var. ***Stuckertianus*** Thell. in A. et G. Syn. V, 355 (1914): Birsfelden, 1915, W. Weber! (Aellen l. c.); mit dem Typus bei Derendingen, 1917, Probst!

Amarantus Thunbergii Moq. (S.-Afr.; mit A. Dinteri eingeschleppt in Deutschland und England). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917/8, Probst! (mit A. Dinteri); Tuchfabrik Spinnler in Liestal (Basel-Land), 1917, Aellen! Die Pflanzen gehören der var. ***macrosepalus*** Thell. in A. et G. Syn. V, 281 (1914) an, die Derendinger Pflanze von 1918 speziell einer f. ***maculatus*** Thell. **f. nov.** (foliis medio macula rubra notatis), mit in der Mitte mit einem roten Fleck versehenen Laubblättern (diese Form auch in England: Bradford Sewage Works, Shetley, 1917, C. E. Horrell!).

Amarantus blitoides S. Watson (N.-Am.). — Wiesendamm in Basel, 1915 [auch 1917], Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); Rufach (Elsass), 1908, A. Kneucker! (Thellung in Ascherson u. Graebner Synopsis V, 291 [1914]).

****Amarantus scleropoides*** Uline et Bray in Bot. Gazette XIX (1894), 316; P. C. Standley! in N.-Am. Fl. 21, 2 (1917), 104 [exl. Syn. A. blitoides var. scleropoides Thell.] (Texas!). — Vigogne-Spinnerei Pfyn (Thurgau), 1 grosser Stock auf Baumwoll-Kompost, 1917, Thellung (Bestimmungen von P. C. Standley bestätigt).

In Ascherson u. Graebners Synopsis V, 293 (1914) hatte ich den mir damals nur aus der Beschreibung bekannten A. scleropoides mit „?“ als Synonym zu meinem A. blitoides B. scleropoides gestellt. Seither habe ich mich durch eine von Herrn P. C. Standley freundlichst übermittelte Herbarprobe (Texas, A. A. Heller 1894) und durch das Studium der Pflanze von Pfyn überzeugen können, dass A. scleropoides von A. blitoides spezifisch verschieden ist und sich von allen Formen dieser in der Tracht recht veränderlichen Art durch die fast stielrunden und nur stumpfkantigen (statt geflügelt-kantigen) Glieder der Blütenstandsachsen, durch viel kleinere Blüten und Samen und deutlich spatelförmige ♀ Perigonblätter unterscheidet. Meine blitoides-Varietät bleibt daher als solche neben A. scleropoides bestehen und ist in der Bearbeitung von Standley (N.-Am. Fl. 21,2 [1917], 104) aus der Synonymie der letztern Art zu streichen.

Amarantus Dinteri Schinz (S.-Afr.; adv. Deutschl., Engl.) var. ***uncinatus*** Thellung — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!, Aellen!; Wollkompost in Roggwil (Bern), 1917, Aellen!

Amarantus angustifolius Lam. em. Thell. (A. Blitum L. non auct.; Medit., M.-Eur., trop.- u. S.-Afr.; adv. Australien) var. ***graecizans*** (L.) Thell. in Ascherson et Graebner Synopsis V, 306 (1914) (A. Blitum var. graecizans Moq.; A. angustifolius Lam. sens. strict; Or., N.-

u. trop. Afr.; adv. Deutschl.): Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!; Schutt in Birsfelden (Basel-Land), 1917, Aellen!

Amarantus vulgatissimus Spegazz. (Argentin.) var. ***sublanceolatus*** Thellung — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus südamerikanischer Wolle, 1917, Aellen u. Probst!; Hühnerhof bei der Solothurner Malzfabrik, 1918, Aellen!

*(cf.) ***Achyranthes aspera*** L. (S.-Medit., Trop. u. Subtrop., auch Austral.!). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, seit 1909 fast alljährlich, aber stets steril, Probst!, 1917 Aellen!

Thelygonum Cynocrambe L. (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

*****Sesuvium Portulacastrum*** L. (Meeresküsten der Trop. u. Subtrop., auch Austral.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!

Tetragonia expansa Murray (Kulturpfl. aus O.-As., Polynes., Austral.). — Güterbahnhof Zürich, 1915/6, Thellung; Birsfelden (Basel-Land), 1915: Aellen (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); Olten, 1918, Probst!

*****Mesembryanthemum acinaciforme*** L. (S.-Afr.; im Mittelmeergebiet häufig als Zierpflanze gezogen und auch verwildert). — In einem Garten zu Röthis (Vorarlberg) mit Sommerblumensamen verschleppt: stud. Herm. Knünz nach Murr in 50. Jahresber. Landesmus. Vorarlb. (1914), sep. p. 12.

*****Calandrinia Menziesii*** (Hooker) Torrey et Gray (*C. speciosa* Lindley Bot. Reg. XIX [1833], t. 1598! non Lehm. [1831]; Zierpfl. aus Kalifornien, nach A. Gray Var. der vom westl. N.-Am. über Mexico bis Bolivia verbreiteten *C. caulescens* H. B. K.). — Bellach (Solothurn), verwildert in einem Gelbrübenbeete, 1915, Probst!

Claytonia perfoliata Donn (N.-Am., W.-Ind.). — Langendorf bei Solothurn, verschleppt in Blumenflor. 1909: Probst in Mitteil. Naturf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. (1914), 174.

Cerastium tomentosum L. (Ital.). — Flims (Graubünden), verwildert auf einer Wegmauer, 1906: F. Sprecher in Jahresber. Naturf. Ges. Graub. LVI, 1914/6 (1916), 6.

Silene conoidea L. (Medit.). — Solothurn: Hühnerhof Zwygart, 1916, 1918, Probst!, Aellen!

Silene pendula L. (Zierpfl., Medit.). — Neuchâtel, auf Schutt, 1911, Bonte-Essen!; Lugano, auf dem Quai zwischen Gras, 1918,

A. Voigt-Dresden!; Käferfeld bei Bern, 1916, R. Streun! (E. Fischer in Mitteil. Naturf. Ges. Bern 1919, sep. 6).

Silene nocturna L. (Medit.; adv. N.-Am., N.-Seeland, wohl auch Austral.!) var. **pauciflora** Otth (= var. brachypetala [Rob. et Castill.] Bentham). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst! Aellen! — [Auch in Holland! (Henrard in Nederl. Kruidk. Archief 1917 [1918], 201).]

****Silene bellidifolia*** Jacq. 1776 (*S. vespertina* Retz 1783 et auct.; S. hirsuta Poiret 1789 non Lag.; S. hispida Desf. 1798; S.-Eur., N.-Afr.). — Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

****Silene fuscata*** Link (W.-Medit., Syr.). — Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

Silene Pseudo-Atocion Desf. (Alger., Balear.). — Bahndamm bei Birsfelden (Basel-Land), 1913, Binz! (Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 209); Birsfelden auf Schutt, 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); in beiden Fällen wohl sicher verwilderte Zierpflanze.

****Silene papillosa*** Boiss. (Kl.-As.). — Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, Aellen!

****Silene rubella*** L. (Medit.) — Solothurn: Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1918, Probst!

Silene muscipula L. (W.-Medit.; in O.-Frankreich [Haute-Saône] neuerdings mit Kriegs-Fourage eingeschleppt: G. Bonati in Le Monde des Plantes 19^e année [2^e sér.] No. 115 [nov. 1918], 24). — Michelfelden bei Basel (Elsass), 1912, Binz! (Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 209); Birsfelden (Basel-Land), 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1915/6, Probst!, Aellen!; Steigmühle Töss (Zürich), mit spanischen Erbsen eingeschleppt, mit S. stricta, 1915, W. Greuter!; Schutt beim Bahnhof Luzern, 1918, Aellen!

****Silene stricta*** L. sec. Rohrb. (S. pteropleura Boiss. et Reuter; Portugal, Span., Marokko, Alger.). — St. Ludwig (Elsass) bei Basel, auf Schutt, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 209); Birsfelden (Basel-Land), auf Schutt, 1916, W. Weber!; Steigmühle Töss (Kt. Zürich), aus spanischen Erbsen, 1915, W. Greuter! — [Verschleppt auch in Deutschland (Essen, 1916, Bonte!) und in Holland! (= *S. muscipula* Heukels et auct. Holland. sec. Henrard in Nederl. Kruidk. Archief 1917 [1918], 199—200). Ferner ging mir die Pflanze im Topfe aus ausgesäten Verunreinigungen von Anis-Samen auf.]

Silene cretica L. (Medit.). — Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, ein Exemplar, 1914, Thellung; Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, und an der Zuchwilerstrasse, 1916, Probst!

Melandrium album (Miller) Garcke (Eur., W.-As., N.-Afr.) cf. var. **macrocalycinum** (Rouy et Fouc.) Gürke (Frankr. etc.). — Hieher gehören anscheinend folgende zwei Vorkommnisse: Orbe, champs ensemencés de criblures de blés étrangers, 1883, 1891, Moehrlen!; Solothurn, beim Wildbachsammler (wohl von Bärtschi's Mühle stammend), 1916, Probst! Die Unterschiede zwischen M. album, dessen var. macrocalycinum und ssp. divaricatum sind mir nicht klar geworden; die letztere Sippe scheint sich beim Fehlen von reifen Früchten und Samen hauptsächlich durch kürzere Behaarung zu unterscheiden.

— — ssp. ***divaricatum*** (Rchb.) L. Grande in Bull. Orto Bot. Napoli III (1913), 209 (M. divaricatum [Rchb.] Fenzl; M. macrocarpum [Boiss. et Reuter] Willk.; S.-Eur., N.-Afr.). — Schöngrün bei Solothurn, auf Schutt von der Malzfabrik, 1912, Probst! (Mitteil. Natf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 175).

Gypsophila elegans M. Bieb. (Zierpfl. aus SW.-As.). — Birsfelden bei Basel, auf Schutt, 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71).

Gypsophila viscosa Murray (Kl.-As., Syr.; Zierpflanze in Eur.). — Am Aarekanal bei Gottstatt (Bern), 1912, M. Brosi! (Probst in Mitteil. Naturf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 175).

Dianthus barbatus L. (Zierpfl. aus S.-Eur.). — Schutt in Binningen bei Basel, 1915, Aellen!; Rebbergmauern bei Schloss Blatten ob Staad (St. Gallen): W. Koch.

Dianthus plumarius L. (Zierpfl. aus O.-Eur.). — Im Aargau mehrfach verwildert: Lüscher Fl. Aarg. (1918), 21.

Spergularia rubra (L.) Presl[1]) Fl. Čech. (1819), 94 s. l. (Eur., N.-Afr., SW.-As., Austral., N.-Am.) ssp. ****atheniensis*** (Heldr. et Sart.) Rouy et Fouc. (Medit.; adv. auch S.-Afr., N.-Seeland [!] etc.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus australischer (?!) Schafwolle, 1918, Probst!

Herniaria glabra L. (Eur., W.-As., N.-Afr.). — Eine Form mit auffällig blaugrün gefärbten Laubblättern (vielleicht als Annäherung an die var. β ***atrovirens*** Strobl in Oesterr. bot. Zeitschr. XXXV [1885], 171 aufzufassen?): Kiesplatz am Wiesendamm in Basel, 1912, Aellen u. Weber!

---

[1]) Das in der Literatur gelegentlich anzutreffende Autorzitat „Pers. Encheir. I (1805), 504" für Spergularia rubra ist inkorrekt, da Persoon a. a. O. *Spergularia* lediglich als Namen einer Sektion von *Arenaria*, nicht als selbständigen Gattungsnamen gebraucht.

Pæonia corallina Retz 1783. (P. officinalis β mascula L.; [P. mas Garsault 1764;] P. integra Murray 1786; Zierpfl. aus S.-Eur., SW.-As.). — Verwildert in Birmenstall bei Elgg (Zürich): Hegi Ill. Fl. v. Mitteleur. 30. Lief. (Dez. 1912), 456.

Nigella damascena L. (Medit.). — Güterbahnhof St. Johann in Basel, 1917, Aellen!; Langendorf (Solothurn), Gartenunkraut, vielleicht von Derendingen stammend, 1917, Probst!; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, A. Schnyder!

Nigella sativa L. (Or.; kult. u. verwildert Medit., M.-Eur.). — Friedheim Erlisbach (Aargau), 1916 adventiv: Lüscher Fl. Aarg. (1918), 6.

Delphinium orientale Gay (Medit.). — Wiesendamm bei Basel (leg. W. Weber), Rheinhafen und Güterbahnhof Wolf, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); Schutt bei der Chem. Fabrik an der Uferstrasse in Basel, 1916, W. Weber!; beim Zeughaus von Seewen (Schwyz) mehrfach, 1917: Binz; an der Glatt bei Rheinsfelden (Kt. Zürich), 1917, Frymann!

Anemone hortensis L. (S.-Eur., Kl.-As.) var. ***pavonina*** (Lam. pro spec.) Gren et Godron [ex p.] (= A. fulgens Gay) (SW.-Frankreich). — In der Nähe der Alpenanlage der „Stella matutina“ [bei Feldkirch?] eine Gruppe verwildert: Richen nach Murr in 58. Jahresber. Staatsgymn. Feldkirch (1913), 13 (als A. fulgens).

Clematis Viticella L. (S.-Eur., SW.-As.). — Weidengebüsch bei Märkt (badisches Rheinufer unterhalb Basel), verwildert: Binz in Mitteil. Bad. Landesver. f. Naturk. No. 277—79 (1913), 226 und in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 209; Wangen a/A., verwildert an der Aare: Herb. Leuenberger nach Probst in Mitteil. Naturf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. (1914), 176.

Ranunculus Baudotii Godron (Küsten von N.- u. M.-Eur., Medit.; selten [halophil] im Binnenland). — In einem 1914 angelegten Ausstich beim Bahnhof Charret (Wallis), offenbar mit 1915 daselbst abgelagertem Seegras eingeschleppt, 1916, Gams! (vergl. Verh. Schweiz. Naturf. Ges., 99. Jahresvers. 1917 [1918], 241). — Ssp. ***confusus*** (Godron) Rouy et Fouc.: Genthoud (Genf), 1861: Mercier (det Chabert) nach Gams l. c.

Ranunculus illyricus L. (SO.-Eur., Kl.-As., Kauk.). — Vaumarcus (Neuenburg), ± eingebürgert (ursprünglich — vor etwa 50

Jahren — wohl vom Baron v. Büren angepflanzt), 1913, A. Gaille! (Le Rameau de Sapin 2ᵉ sér. I [1917], 7).

Ranunculus bulbosus L. (Eur., W.-As., N.-Afr.; eingebürgert in N.-Am.) ssp. ***Aleae*** (Willk.) Rouy et Fouc. (W.-Medit., vielleicht auch N.-Eur.?). — Belvoir in Zürich 2, 1913, H. Beger! (var. ***dentatus*** Freyn); Güterbahnhof Zürich, 1918/9, Thellung.

Ranunculus sardous Crantz var. ***intermedius*** (Poiret) Rouy et Fouc. (südliche Rasse, in der Schweiz kaum einheimisch). — Güterbahnhof Zürich, mit dem Typus und Übergangsformen zu diesem, 1918/9, Thellung.

Ranunculus muricatus L. (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1917/9, Thellung.

Ranunculus parviflorus L. (Medit., SW.-Eur.). — Zürich, Versuchsfeld der Landwirtschaftlichen Schule, wohl zufällig eingeschleppt, 1916, E. Baumann!

Mahonia repens (Lindley) Don (Berberis repens Lindley; Zierpfl. aus dem pazif. N.-Am.). — Verwildert oberhalb Zollikon (Kt. Zürich) im Salsterwald gegen den Rumensee, 1915, H. Gams!

Mahonia Aquifolium (Pursh) Nutt. (Berberis Aquifolium Pursh; Zierstrauch aus dem pazif. N.-Am.). — Verwildert um Neuchâtel: H. Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 11. Da diese und die vorhergehende Art in den Gärten oft verwechselt werden, dürfte sich eine sorgfältige Nachprüfung empfehlen.

Eschscholtzia Douglasii (Hooker et Arn.) Walp. (E. californica Lindley Bot. Reg. 1828, t. 1168!, Hooker Bot. Mag. 1829 t. 2887! et Hort. ex p., Thellung in Allg. bot. Zeitschr. XIII [1907], 60 — non Cham.; Zierpfl. aus Kaliforn.). — Oberdorf bei Solothurn, Bahnböschung 1915, Probst!; Basel, Strassenrand an der Grenzacherstrasse, 1918, A. Becherer!; Schutt auf dem Ebnat (Schaffhausen), 1914, Kelhofer!

Roemeria hybrida (L.) DC. (Medit.). — Schutt an der Uferstrasse in Basel, 1916, W. Weber!; Solothurn: Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1916/8, Probst!; beim Zeughaus Seewen (Schwyz), 1917, Binz!; Seeaufschüttung beim Tiefenbrunnen in Zürich, 1918, Dr. Rohrer!

****Papaver nudicaule*** L. (Zierpfl. aus dem arkt.-subarkt.-zirkumpolaren Gebiet). — Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, aus der nahen Stadtgärtnerei verwildert, 1913, Thellung; Arosa, hie und da an Rainen, Strassenrändern, auf Mauern etc. [nach Angabe dortiger Amateure seit ca. 10 Jahren], anscheinend in Einbürgerung begriffen, ferner Zermatt 1919, Thellung; St. Moritz, Somplatz, hie und da verwildert, 1914, Branger!; Bahnhof Ponte (Engadin), 1917, Hans Schinz! Nach Angaben von Amateuren auch sonst mehrfach in unseren Alpen aus der Kultur verwildert (z. B. Rigi, Davos). — Die Art findet sich bei uns in den drei Farbvarietäten der Kronblätter: var. ***album*** (Regel) (weiss), var. ***xanthopetalum*** (Trautv.) (schwefelgelb) und var. ***rubro-aurantiacum*** Fischer (rotgelb); eine Übergangsform mit gelben, aber ± rot überlaufenen Kronblättern beobachtete ich 1917 in Arosa, eine solche mit innen weissen, aussen rötlich angehauchten Kronblättern ebenda 1918. — Fedde (Papaveraceae, in Englers Pflanzenreich IV. 104 [1909], 376—384) führt die Farbvarietäten unter verschiedenen Unterarten auf, was mir mit Rücksicht darauf, dass unsere Pflanzen sich anscheinend lediglich durch die Farbe der Kronblätter unterscheiden und somit mehr nur Abarten (Spielarten?) als Rassen darstellen, nicht tunlich erscheint.

****Dicentra spectabilis*** (L.) Lem. (China). — Am Bahndamm neben dem Pfarrgarten in Mols (St. Gallen) verwildert, A. Roth! (Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. LII, 1912 [1913], 94).

Corydalis ochroleuca Koch (SO.-Eur.). — Bôle (Neuchâtel), an einer Mauer, in der Nähe von C. lutea (L.) DC.: Commission botanique du Club Jurassien in Le Rameau de Sapin II^{e} sér. 2^{e} année No. 4 (1er juillet 1918), 32 cum ic.

****Thelypodium lasiophyllum*** (Hooker et Arn.) Greene 1886; Robinson in Syn. Fl. N.-Am. I, 1, 1 (1895), 177 (Turritis? lasiophylla Hooker et Arn. 1840; Sisybrium lasiophyllum Brandegee 1892; ?? Sisymbrium pygmaeum Nutt. ap. Torrey et Gray 1838; S. reflexum Nutt.[1]) 1847; S. deflexum Harvey ap. Torrey 1856; Fournier Rech. fam. Crucif. Sisymbr. [1865], 108; Erysimum retofractum Torrey 1855—6; westl. N.-Am.) — f. ***xerophilum*** (Fourn. l. c. pro var. *α S. deflexi*) Thell. **comb. nov.**, mit behaarter Frucht (Kalifornien! mit dem Typus): Birsfelden, (Basel-Land) 1916, W. Weber! [Die Art findet sich adventiv auch in Holland: Rotterdam, 1917, A. W. Kloos!; vielleicht kam sie auch einmal in Deutschland in Mannheim, vor, da eine von dem verstorbenen Oberlehrer Fr. Lutz mir vor zirka 12 Jahren zugesandte Zeichnung, soviel mir erinnerlich ist, die gleiche oder eine ähnliche Pflanze darstellte.] — Die systematische Stellung von Th. lasiophyllum ist nicht völlig abgeklärt. Die neueren nordamerikanischen Schriftsteller ziehen die Art nach dem Vorgang von Greene und Robinson auf Grund der allseitig gleichmässig ausgebildeten Narbe (eines sehr subtilen Merkmals!) zu Thelypodium. Anderseits besteht eine sehr weitgehende Ähnlichkeit mit gewissen altweltlichen Sisymbrium-Arten, z. B. mit S. acutangulum DC. (= S. pyrenaicum [L.] Vill. ssp. austriacum [Jacq.] Schinz et Thell. var. acutangulum [DC.] Koch), mit dem Robinson (l. c.) unsere Art vergleicht, und namentlich — durch die verdickten Fruchtstiele und die etwas pfriemlich-verjüngten Früchte — mit dem mediterranen S. erysimoides Desf. (zu welchem ich die in einem dürftigen Exemplar vorliegende Pflanze von Birsfelden anfänglich gezogen hatte, von dem sich unsere Art jedoch durch die länger borstliche [statt kurz- und feinflaumige bis fehlende] Behaarung, die gekrümmten [statt geraden] Fruchtstiele, die in der Regel zurückgeschlagenen [statt abstehenden] Früchte, die nur undeutlich 3-nervigen Fruchtklappen und die ungeteilte [statt ± 2-lappige, über den Plazenten stärker entwickelte] Narbe[1]) unterscheidet), so dass die Berechtigung einer generischen Abtrennung fraglich erscheint; auch Robinson (l. c.) gibt zu, dass die Art fast mit gleichem Rechte zur einen oder andern Gattung gestellt werden kann.

---

[1]) Dieser Name fehlt in Fourniers Monographie; „deflexum" Harv. ist nach dem Index Kewenis ein Druckfehler für „reflexum".

Lepidium Draba L. (Medit.) ssp. eu-*Draba* Thell. var. *subintegrifolium* L. Micheletti — Basel am Wiesendamm, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); Porrentruy, 1918, J. Bourquin! (Le Rameau de Sapin II^{e} sér. 2^{e} année [1918], 43).

Lepidium pratense Serres (SO.-Frankr. u. SO.-Span.; einmal im Hafen von Mannheim verschleppt gefunden). — Vaulruz (Freiburg), Bahnhof der elektrischen Bahn Palézieux-Montbovon, 820 m, 1916, E. Wilczek! (Bull. Soc. vaud. Sc. nat. vol. 51 [1917] No. 192, 330).

Lepidium hirtum (L.) DC. (Medit.) * ssp. ***petrophilum*** (Cosson) Thell. (S.-Span.). — Im Garten des Lyceums in Sitten, 1914, H. Jaccard!; offenbar aus einem botanischen Garten eingeschleppt, da weniger mit der wildwachsenden südspanischen Gebirgspflanze als vielmehr mit einer ehedem im Berliner botanischen Garten kultivierten Form übereinstimmend.

---

[1]) Fournier (l. c.) schreibt auffallenderweise unserer Art „semina biordinata" zu. Diese Angabe finde ich in der neueren Literatur nirgends wiederholt. Prantl (in Engler-Prantl Nat. Pfl. fam. III, 2 [1891], 155) und Robinson (l. c.) sprechen sich über die Anordnung der Samen nicht aus: offenbar setzen sie stillschweigend 1-reihige Samen voraus. Das mir vorliegende Vergleichsmaterial von T. lasiophyllum im Herb. generale der Universität Zürich (Abrams Nr. 3573 aus Kalifornien, die kahl- und die behaartfrüchtige Form gemischt!) weist, wie auch die genannten adventiven Vorkommnisse, durchaus 1-reihige Samen in jedem Fruchtfache auf.

***Lepidium spinosum** Ard. (Balkan, Kreta, SW.-As.; Balearen u. S.-Span. eingebürgert). — Schöngrün bei Solothurn, aus Abfällen von der Malzfabrik, 1912, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 178); Hühnergarten bei der Solothurner Malzfabrik, 1915, Probst!

Lepidium perfoliatum L. [× L. bupleurifolium (L. ruderale × Bupleurum rotundifolium) Léveillé in Le Monde des Plantes 19^e^ année (2^e^ sér.) No. 111 (1918), 8 (nomen), cf. ibid. No. 113 (1918), 13] (Span. [eingebürgert?], SO.-Eur., SW.-As.). — Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1912, Schnyder!; beim Zeughaus Seewen (Schwyz), 1917, Binz!

Lepidium virginicum L. (N.- u. Zentr.-Am., W.-Ind.) ssp. *eu-virginicum* Thell. f. ***micropetalum*** Thell. in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, 87 [1913]). — Güterbahnhof Zürich, 1912, Thellung l. c.; um Basel mehrfach (Güterbahnhof Wolf, St. Johann-Bahnhof, Birsfelden), 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); Badische Lagerhäuser, 1916/8, Aellen! — Var. *sublateriflorum* Thell.: Rheinufer unterhalb Klein-Hüningen bei Basel, 1911, Aellen! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 209).

— — ssp. *texanum* (Buckley) Thell. (N.-Am.). — Bahnhof Bex (Waadt), 1916, E. Wilczek! (Bull. Soc. vaud. Sc. nat. vol. 51 [1917], No. 192, 330); Bahnhof Rheineck (St. Gallen), 1914, Sulger-Buel!; Laveno (Prov. Como): Wilczek l. c.

Lepidium neglectum Thellung (N.-Am.). — Fribourg: Pensier: F. Jaquet im Mém. Soc. fribourg. sc. nat. vol. III fasc. 4 (1917), 178; Basel: Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 209), speziell: Wiesendamm und Güterbahnhof Wolf in Basel, mit L. densiflorum und virginicum, 1915, bei Neu-Allschwil (Basel-Land) (mit L. densiflorum), Birsfelden (leg. W. Weber!) (Aellen! in Allg. bot. Zeitschr. XII [1916], 71); Badische Lagerhäuser in Basel, 1918, Aellen!; ferner (stets mit *L. densiflorum*) Getreidelagerhäuser in Aarau (vergl. Lüscher Fl. Aarg. [1918], 207) und Romanshorn 1917, Ödland im Tribschen-Moos bei Luzern (hier auch *L. virginicum*) 1916, beim Bahnhof Luzern 1918, Aellen!; Bahnhof Langendorf (Solothurn), 1913, 1918, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. 1911/4 [1914], 178); Bahnhof Tiefenbrunnen bei Zürich (Ausladestelle von nordamerikanischem Getreide), 1917/8 (reichlich mit L. virginicum und L. densiflorum), Thellung; St. Moritz, beim Carlton-Hotel, 1915, Branger! — f. ***microcarpum*** Aellen et Thellung **f. nov.** (silicula ± 2,5 mm longa et lata)[1]: Getreidelagerhäuser in Aarau, 1917, Aellen!

Lepidium densiflorum Schrader (N.-Am.) var. *typicum* Thell. f. **microcarpum** Thell. in Hegi Ill. Fl. Mittel-Europa IV, fasc. 35 (1913), 85: Tribschen-Moos bei Luzern 1916, Wiesendamm in Basel und Getreidelagerhäuser in Aarau 1917, Badische Lagerhäuser in Basel 1918, Aellen!; Bahnhof Tiefenbrunnen bei Zürich (Ausladestelle von nordamerikanischem Getreide), 1918, Thellung. — f. ****Thellungianum*** Aellen! f. nov. (racemo terminali a ramis axillaribus multo superato demum sublaterali). Endständiger Blütenstand von den Seitenästen weit überragt und zuletzt etwas zur Seite gedrängt. Analoge Form zu L. virginicum f. sublateriflorum Thell. Güterbahnhof Wolf in Basel, 1916, Aellen! — Var. *pubecarpum* (A. Nelson pro spec.) Thellung in Bull. Herb. Boiss. 2^{e} sér. IV (1904), 705: Orbe (Waadt), 1886, Moehrlen! (nach Thellung l. c. 706). Dazu gehört als Synonym: L. intermedium? Vetter in Bull. Soc. vaud. Sc. nat. XXII, No. 95 (1886), 269.

****Lepidium ramosissimum*** A. Nelson (N.-Am.). — Rheinhafen in Basel, 1 Exemplar, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschrift XXII [1916], 71). [Verschleppt auch in Deutschland: Bremerhaven 1913, A. Zobel!; England: Bristol 1916, Miss Cobbe!; Dotts, Worskop, 1918, R. W. Goneding!]

****Lepidium bonariense*** L. (L. angulosum Gren.! Fl. Massil. adv. [1857], 16 in Mém. Soc. Emul. Doubs 3^{e} sér. II [1858], 402 non D'Urv., nach einer von Prof. H. Lecomte 1916 freundlichst übermittelten Photographie; aus dem östl. S.-Am. stammend, 1852 adventiv in einer Wollwäscherei von Marseille [Blaise u. Roux!], neuerlich mehrfach mit Wolle eingeschleppt in England, Holland und Deutschland). — St. Jakob an der Birs (Basel), 1914/5, Aellen!, W. Weber! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); Güterbahnhof Wolf in Basel, 1917, Aellen!; Neuhausen (Schaffhausen), Schutt am Rhein, 1915, Aellen!

****Lepidium spicatum*** Desv. (L. racemosum Griseb.; Argent., Patagon.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, auf Kompost von argentinischer Schafwolle, 1916, Aellen und Probst! [In Europa bisher nur in Schottland (Tweedside) 1914 von Miss I. M. Hayward gefunden].

---

[1] Eine andere klein-, zugleich aber auch schmalfrüchtige Form ist f. *angustivalve* Henrard et Kloos! in Nederl. Kruidk. Archief 1916 (1917), 246: Frucht auffallend schmäler als bei der Normalform, bei 2,5 mm Länge nur 2 mm breit, am Grunde nicht abgerundet-stumpf, sondern etwas spitzlich.

***Biscutella auriculata** L. (W.-Medit.). — Birsfelden (Basel-Land), 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); Solothurn: Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1916, Probst!

Iberis pectinata Boiss. (Span., Portugal). — Solothurn: Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1916, Probst!, Aellen!

Iberis umbellata L. (Zierpfl., S.-Eur.). — Verwildert bei Liestal (Basel-Land): Heinis nach Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 210; Kies des Rheins unterhalb der Wiesenmündung bei Basel, 1918, A. Becherer!; Pruntrut auf Schutt, 1918, J. Bourquin!; Bahndamm bei Lachen-St. Gallen, 1915: W. Koch.

Sisymbrium multifidum (Pursh) Mac Millan (N.-Am.) ssp. **canescens** (Nutt.) Thellung in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, 37. Lief. (1916), 153. — Rheinhafen in Basel, 1915, Aellen! (nach Thellung l. c. und Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71).

Sisymbrium runcinatum** Lag. (Medit.) var. ***glabrum Cosson: Baseler Rheinhafen, 1915, Aellen! nach Thellung in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, Lief. 37 (1916), 154 (und Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71). — Var. ***hirsutum*** (Lag.) Cosson: Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, Aellen! nach Thellung a. a. O. — Vergl. über diese Art und ihre Varietäten: Thellung in Le Monde des Plantes 19e année (2e sér.) No. 112 (1918), 9—10.

Sisymbrium Loeselii L. (Span., O.-Eur., W.-As.). — Alter Badischer Bahnhof in Basel, Birsfelden (Basel-Land) und Michelfelden (Elsass) bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 210); Hühnerhof in Brugg, 1914, Lüscher! Fl. Aarg. (1918), 11; Schutt zwischen Kempttal und Töss (Kt. Zürich), 1916, Thellung.

Sisymbrium orientale L. (Medit.) f. ***irioides*** Thellung in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, Lief. 37 [1916], 181 cum descr. germ. (= S. irio Naegeli et Thell.! Rud.- u. Adv. Fl. Kt. Zürich[1]), 40 in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich L [1905], 264 non L. — Siliquis junioribus flores distincte superantibus). [Die Pflanze weist meistens gleichzeitig die Blattform der f. subhastatum (Willd.) Thell. auf; da jedoch am Original-Exemplar der Brassica subhastata Willd. nach freundlicher Mitteilung von Herrn O. E.

---

[1] Das echte S. Irio L. fand sich im Kanton Zürich erstmalig 1916 im Zürcher Güterbahnhof (Thellung).

Schulz-Berlin (durch die gütige Vermittlung von Herrn Prof. Dr. L. Diels) die jungen Früchte die Blüten nicht oder kaum überragen, können die beiden Formen nebeneinander bestehen bleiben]. Maggimühle in Zürich, 1903, O. Naegeli! (l. c. als S. irio); Güterbahnhof Zürich 1917, Thellung; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, A. Schnyder!; Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!; Badische Lagerhäuser in Basel, 1916, Aellen! [adventiv auch in Deutschl.!, Holland!, Engl.!]. — f. *subhastatum* (Willd.) Thell.: Güterbahnhof Wolf in Basel, 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71).

Sisymbrium altissimum L. (O.-Eur, SW.-As.; adv. im übrigen Teil von Eur., sowie in N.-Am.) *f. ***ucrainicum*** (Blonski) Thell. in Hegi l. c. (1916), 179 (= S. Sinapistrum f. trichocarpum Busch; aus der Ukraine und dem Kaukasus beschrieben, in Mitteleuropa bisher nicht unterschieden, findet sich aber verschleppt in der Schweiz, wie auch in England!). — Güterbahnhof Zürich und Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich, 1917, sowie Bahnhof Tiefenbrunnen bei Zürich (Ausladestelle von nordamerikanischem [?!] Getreide), 1918, Thellung; Olten, Auffüllung des Basistunnels im Hasli, 1918, G. Brunner! — var. ***rigidulum*** (Decaisne) Thell. (Arab., SW.-As.; adv. in Deutschl.! und Engl.!; unterscheidet sich von der typischen Art auch durch längeren [1—1½ mm langen] Griffel[1]): Bahnhof Neu-Solothurn (Schutt von der Malzfabrik), 1916, Probst!

Sisymbrium erysimoides Desf. (S.-Medit.; adv. Deutschl.!, Engl.!). — Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

Eruca vesicaria (L.) Cav. em. Thell. (E. sativa Cosson; Medit., verwildert oder verschleppt im grössten Teil von Eur., S.-Afr., China, N.-Seeland, N.-Am., Mex.) ssp. *sativa* (Miller) Thell. in Hegi Ill. Fl. M.-Eur. IV, 201 (1918) var. ***longirostris*** (Uechtr.) Rouy: Solothurn, 1916, Probst! — Subvar. *glabrescens* (Jordan) Thell. l. c. 202: Châtelaine bei Genf, 1882, Schmidely! — Subvar. *hispidivalvis* Thell. l. c.: Baseler Rheinhafen, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich, 1915, Thellung. — *Var. ***vesicaria*** (L.) Cosson (Span., westl. N.-Afr.; adv. England, Frankr. [Montpellier; „Florula obsidionalis" von Paris 1871], Korsika): Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915/6, Probst!, Aellen; beim Hauptbahnhof 1919, Probst!; Disentis (Graubünden), unter algerisch-marokkanischer Hafersaat (Avena byzantina), 1915, Hager! (vergl. Verbreit. Holzarten [1916], 259 not.)

---

[1] Nach O. E. Schulz (in Fedde Repert. spec. nov. Bd. XV No. 434/7 [= Rep.
Eur. et Medit. I. Bd. No. 24] [31. XII. 1918], 371/307) gehört die var. rigidulum als
prol. ***rigidulum*** (Decaisne) O. E. Schulz zu dem nach diesem Autor von S. altissi-
mum spezifisch verschiedenen *S. septulatum* DC. (= Sinapsis Oliveriana DC. = Sis.
grandiflorum Post = S. pannonicum var. macranthum Bornm.; SW.-As.).

— — ssp. *lativalvis* (Boiss.) Thell. l. c. (1918), 203 (SW.-As.) var. *cappadocica* (Reuter pro spec.) Thell. l. c. 203 (adv. Frankr., Niederl., Deutschl., Triest): Solothurn bei der Malzfabrik, 1911, Probst! (Mitteil. Natf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 180; ? blühende Exemplare, nicht sicher bestimmbar); Wiesendamm bei Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); Güterbahnhof Zürich, mit verschiedenen Formen von ssp. *sativa*, 1917, Thellung.

Sinapsis alba L. ssp. *dissecta* (Lag.) Bonnier (Medit.). — Pfarrgarten Kilchberg (Zürich), verschleppt, 1883, E. Baumann!; Wiesendamm in Basel, in den Formen *subglabra* Briq. und *Lagascana* (Alef.) Thell., 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 71); Birsfelden (Basel-Land), auf Schutt, 1916, W. Weber! (alle Angaben nach Thellung bei Hegi, Illustr. Fl. Mittel-Eur. IV, 206 [1918]); Güterbahnhof Zürich, neben ssp. eu-alba Briq., 1917, Thellung.

Sinapis pubescens L. (Brassica pubescens Ardoino; SW.-Medit.; adv. Deutschl., Holland). — Güterbahnhof Zürich, 1918, Dr. F. Rohrer!, 1919 Thellung.

Diplotaxis viminea (L.) DC. (Medit., SW.-Eur. bis zum Ober- u. Mittelrhein [teilw. adv.]). — Güterbahnhof Zürich, 1 Exemplar, unter D. muralis var. pseudo-viminea Schur, 1917, Thellung in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, 210 [1918] (wohl neu für die Schweiz; die Angabe von Lausanne durch H. Léveillé in Le Monde des Plantes, 14^e année [2^e sér.] No. 79 [1912], 45 bedarf wegen der häufigen Verwechslung mit D. muralis var. pseudo-viminea der Bestätigung.)

****Diplotaxis virgata*** (Cav.) DC. (Portugal, Span., NW.-Afr.). — St Ludwig (Elsass) bei Basel, auf Schutt, 1914, Aellen und Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 210; Thellung in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, 208/9 [1918]).

****Diplotaxis tenuisiliqua*** Del. (D. auriculata Dur.; Marokko, Alger.; adv. Frankr.) — Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1915/6, Probst!; Disentis (Graubünden), unter angebauter Avena byzantina, 1916, Hager! (beide nach Thellung bei Hegi Ill. Fl. M.-Eur. IV, 209 [1918]).

Diplotaxis erucoides (L.) DC. (Medit.). — Basel gegen Burgfelden, 1913, Aellen! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 210); Birsfelden und St. Jakob-Neue Welt bei Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 72); Birsfelden, 1916, W. Weber!; Käferfeld bei Bern, 1916/8, R. Streun! (E. Fischer in Mitteil. Naturf. Ges. Bern 1919, sep. 6); Solothurn: Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1916/8, Probst!; in Zürich (Güterbahnhof, Kiesgrube Hardau, Belvoir) seit 1899 fast alljährlich, aber in stark wechselnder Häufigkeit (Thellung in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, 218 [1918]).

***Erucastrum varium** Dur.; Thellung in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, 219, Fig. 779 e, f [1918] (Alger., Marokko; verschleppt auch bei Montpellier gefunden). — Disentis (Graubünden), unter fremder Hafersaat (Avena byzantina), 1915, Hager! (in den Rassen **campestre** [Dur.] Thell. und **montanum** [Dur.] Cosson, beide auch in der f. **dasycarpum** Thellung). Wahrscheinlich auch bei Solothurn: Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, Aellen! (zu mangelhaftes Exemplar).

***Erucastrum Thellungii** O. E. Schulz! in Englers Bot. Jahrb. LIV, Beibl. No. 119 (Okt. 1916), 54; Thellung in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, 219/20, Fig. 779 g, h [1918] (= E. varium var. [?] incrassatum Thell. ap. P. K. Hager Verbr. d. wildwachs. Holzarten im Vorderrheintal (Kt. Graub.) [= Erhebungen über d. Verbr. d. wildwachs. Holzarten in der Schweiz Lief. 3] (1916), 259 not.; nomen tantum). Heimat unbekannt; wahrscheinlich — nach der systematischen Verwandtschaft und der Begleitflora zu schliessen — Algerien oder Marokko. Die neue Art steht in ihren Merkmalen zwischen E. varium und dem marokkanischen *E. elatum* (Ball sub *Brassica*) O. E. Schulz. — Disentis (Graubünden), unter angebauter Avena byzantina, mit E. varium und anderen algerisch-marokkanischen Unkräutern (z. B. Brassica fruticulosa var. mauritanica, Anthemis mixta var. aurea), 1915/6, Hager! l. c. Zerfällt in die beiden Abarten **incrassatum** Thell. (in Hegi l. c. 220) und **dolichopodum** O. E. Schulz (ex Thell. in Hegi l. c.).

Hirschfeldia incana (L.) Lagrèze-Fossat (Erucastrum incanum Koch; Brassica incana Döll non Ten.; Medit.) var. (vel ssp.) *geniculata* (Desf.) Thell. in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, 229 (1918) (S.- u. O.-Medit.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!; Kiesgrube Hardau in Zürich, 1916, Thellung; Disentis (Graubünden), unter fremder Hafersaat (Avena byzantina), 1915, Hager! [Verbreit. Holzarten (1916), 259 not. sub

Brassica incana var. geniculata] (alle drei Angaben nach Thellung bei Hegi l. c.).

Brassica elongata Ehrh. (O.-Eur., SW.-As.; adv. im grössten Teil von Eur.) ssp. I. *eu-elongata* Thell. in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, 235 (1918) f. ***genuina*** Thell. l. c. cum descr. germ. (foliis caulinis inferioribus et mediis pinnatifidis vel pinnatilobatis, superioribus plerumque remote dentatis): Aigle, 1910, H. Jaccard! — f. ***subintegrifolia*** Thell. l. c. cum descr. germ. (cf. Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich LVI [1911], 277) [= var. integrifolia Boiss. pro parte?] (foliis caulinis mediis et superioribus indivisis, tantum dentatis, summis integerrimis): Aigle, 1912, H. Jaccard! — — ssp. *armoracioides* (Czern.) A. et G. [1898] (= B. persica Boiss. et Hohenacker, = B. elongata ssp. persica Thellung 1913; S.-Russl., SW.-As.). — Aigle, mit den Formen von ssp. eu-elongata, H. Jaccard!; Langendorf (Solothurn), am Wildbach, 1916, Probst! — f. ****macrocarpa*** Thell. l. c. (1918), 235 cum descr. germ. (siliqua incluso rostro 3—4 cm longa) (Sarepta!, Transkaspien!): Orbe, 1892, Moehrlen! Der bei uns gewöhnlich vorkommende Typus der ssp. armoracioides wird l. c. 235 (cum descr. germ.) als f. ***mesocarpa*** Thell. (siliqua [15—] 20—25 [—30] mm longa) aufgeführt, im Gegensatz zu der bei uns noch nicht beobachteten f. *brevisiliqua* Busch (Frucht nur 10 bis 14 mm lang, 1—3 samig).

****Brassica elongata*** [ssp. *armoracioides*] × ***Rapa* = *B. Aelleniana***[1]) O. E. Schulz et Thell. in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, 263 (1918) [sine descr.] (Specimen unicum adultum aphyllum tantum notum. Planta superne dense intricatim ramosa ut in B. elongata ssp. armoracioide. Flores satis parvi; sepala 3,5—4, petala 7—8 mm longa. Siliquæ pleræque abortivæ, supra torum breviter [0,5—1—2 mm] stipitatæ, sed quæ bene evolutæ [rarissimæ] quoad formam B. junceæ similes, ad 4 cm longæ et 2,5 mm crassæ. Rostrum longitudine mire varians, 2—13 mm longum. Semina abortiva). — Einziger bisher bekannter Fundort: Badische Lagerhäuser in Basel, 1917, Aellen!

Brassica nigra (L.) Koch var. ****abyssinica*** A. Braun (Abess., Indien etc.) f. ***subglabra*** (O. Kuntze sub B. *nigra*) O. E. Schulz — Solothurn, Hühnergärten Latscha und Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst! (det O. E. Schulz). — Var. ****bracteolata*** (Fischer et Meyer) Spach (Aegypt., Arab.; adv. Frankr.!): Güterbahnhof Zürich, 1914, 1917, Thellung (teste O. E. Schulz).

---

[1]) Benannt nach dem Entdecker, Paul Aellen, * 13. Mai 1896 in Basel, stud. phil., verdient um die Erforschung der Adventivflora der Schweiz, speziell von Basel („Beiträge zur Basler Adventivflora", Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 67—73), und um die Kenntnis der Gattung Chenopodium („Neue Bastard-Kombinationen im Genus *Chenopodium*", in Fedde Repert. Spec. nov. Nr. 422/26, Rep. Eur. et Medit. I. Bd. Nr. 17 [1918], $\frac{177}{257}$ — $\frac{179}{259}$).

Brassica juncea (L.) Cosson (B. lanceolata Lange; „Sarepta-Senf“, einheimisch in Abessinien [?] und in S.-, M.- u. O.-As., kult. in den Trop. u. Subtrop., eingeschleppt im grössten Teil von Eur. und in N.-Am.). — Neu bekannt gewordene Funde: Châtelaine bei Genf, 1874, Ayasse! (als B. *nigra*, Herb. Univ. Zürich); Solothurn, Hühnergarten Zwygart (bei der Malzfabrik), 1915, Probst!; Zeughaus in Seewen (Schwyz), 1917: Binz (briefl.); Eglisau (Zürich), 1897, Frymann!; Bahnhof Chur, 1916, und Arosa mehrfach (bei „Bergheim“ 1730 m, Schutt unterhalb „Flöka“ 1735 m, Kehrichtverbrennungsanstalt 1630 m), 1917, Thellung; Maggia-Delta bei Locarno, 1917, J. Jäggli! [alle nach Thellung bei Hegi Ill. Fl. M.-Eur. IV, 241 (1918)]; Limmatufer bei Turgi, 1912, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918]. 12); um Basel mehrfach: Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 210; Aellen! in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916) 72; Bahnhöfe Lommiswil und Langendorf (Solothurn), 1918, Probst!; um Bern 1918 mehrfach: R. Streun nach E. Fischer in Mitteil. Naturf. Ges. Bern 1919, sep. 6; Meiringen, Wegrand am Fusse des Reichenbachfalles, 1918, Thellung; Rheineck (St. Gallen), 1918, Dr. Sulger-Buel!

****Brassica juncea*** × ***Rapa*** (var. *campestris*) = ***B. turicensis*** O. E. Schulz et Thellung in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, 263 (1918) [sine descr.] (Planta habitu intermedia inter parentes. Folia caulina quoad formam magis an B. junceam accedentia, sed partim basi vaginantim dilatata [quamvis non auriculato-amplexicaulia]. Flores parvi; sepala 2,5—3 mm, petala 5—6 mm longa. Siliquæ pleræque abortivæ; quae bene evolutæ cum rostro ad 5 cm longæ et 3 mm crassæ. Rostrum 10—15 mm longum. Valvulæ magis nervosæ quam in B. juncea. Semina matura [perpauca evoluta] globosa, 1,5 mm diam. max., obscure rubrofusca, sub lente alveolato-punctata). — Güterbahnhof Zürich, mit B. juncea und einer besonders kleinblütigen Form von B. Rapa, 1917, Thellung (teste O. E. Schulz). Bisher der einzige Fund dieses für die Wissenschaft neuen Bastardes.

Brassica Napus L. (alte Kulturpflanze von unbekannter Herkunft und Abstammung; vergl. Thellung in Hegi Illustr. Fl. Mittel-Eur. IV, Lief. 38 [1918], 253/4) var. * ***glauca*** (Roxb.) O. E. Schulz in litt. (Sinapis glauca Roxb.; B. campestris var. Sarson subvar. Natua f. glauca [Roxb.] Prain; Ostindische Kulturform mit besonders grossen und dicken, derbwandigen Früchten). — Eglisau (Kt. Zürich), an der Strasse nach Rheinsfelden in einem Rapsfeld vereinzelt unter var. arvensis (= oleifera), 1918, Thellung.

Brassica fruticulosa Cyr. (W.-Medit.; einmal eingeschleppt in Deutschl.). — Var. ***fruticulosa*** (Cyr.) Cosson (westl. S.-Eur.): Güterbahnhof Zürich, mit sizilianischen Begleitpflanzen. 1916/7, Thellung. — Var. * ***mauritanica*** Cosson (westl. N.-Afr.): Disentis (Graubünden), unter fremder Hafersaat (Avena byzantina), 1915, Hager! (vergl. Verbreit. Holzarten [1916]. 259 not.) [beide Funde auch bei Thellung in Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, 231 (1918)].

Raphanus Raphanistrum L. (Eur., SW.-As., N.-Afr. und durch Verschleppung fast kosmop.) ssp. **Landra** (Moretti) Bonnier [excl. race 2° R. maritimus] (S.-Eur., westl. N.-Afr.). — Güterbahnhof Zürich, 1915, 1917, 1918, Thellung (teste O. E. Schulz); Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1916, Probst!; Käferfeld bei Bern, 1916, R. Streun! (? Bestimmung dieser letztern Pflanze nicht ganz sicher).

— — ssp. *sativus* (L.) Domin f. **rubro-fulvus** Thell. in Hegi Illustr. Fl. Mittel-Eur. IV, 282 (1918) (= R. Gayanus var. floribus versicoloribus Fischer et Meyer, 1837?). In einem Runkelrübenacker bei Fraubrunnen (Kt. Bern). 1917, Probst! (Thellung l. c.)

Rapistrum perenne (L.) All. (S.-, M.- u. O.-Eur.). — Birsfelden bei Basel, 1916, W. Weber!

Rapistrum rugosum (L.) All. ssp. *Linnaeanum* (Boiss. et Reuter) Rouy et Fouc. (ssp. hispanicum [L.] Thell.; Medit.). — Birsfelden bei Basel, 1915, W. Weber!; Langendorf und Oberdorf bei Solothurn, 1915, Probst!; Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst, Aellen!; Disentis (Graubünden), unter fremder Hafersaat (Avena byzantina), 1915, Hager! (Verbr. Holzarten [1916], 259 not.). An allen diesen Fundorten tritt die Unterart, wie überhaupt wohl ausschliesslich in M.-Eur. (vergl. Thellung in Hegi Illustr. Fl. Mittel-Eur. IV, 294 [1918]), in der var. *microcarpum* (Jordan) Rouy et Fouc auf; in Disentis fand sich neben dem kahlfrüchtigen Typus (subvar. *glabrum* Cariot ex Rouy et Fouc) auch die behaartfrüchtige subvar. *hirsutisiliquum* Thell. (l. c. 295).

— — ssp. *orientale* (L.) Rouy et Fouc. (Medit.). — Neue Welt bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 210); Birsfelden (Basel-Land), 1916: Aellen; Solothurn, Bahndamm westlich der Station Alt-Solothurn, 1916, Probst!

Barbarbaea bracteosa Guss. (Italien: Alpen der Lombardei, Appennin. Sizilien; scheint mir von B. intermedia Bor. nicht spezifisch verschieden[1]). — Walzmühle in Glarus, 1913, E. Furrer!

Roripa austriaca (Crantz) Besser (O.-Eur., SW.-As.). — Bahnhof Pruntrut, 1918, Fridelance!

Draba nemorosa L. (D. memoralis Ehrh.; N.- u. O.-As., N.-Am.). — Surava bei Belfort (Graubünden), an der Landstrasse bei der Fabrik Laim, 1 Exemplar, 1911, J. Braun!; Bahnhof Buchs St. Gallen), 1915, Schnyder!

Arabis albida Steven (A. caucasica Willd.; Zierpfl., Medit.). — Biberist (Solothurn) an der Emmenbrücke halbverwildert: Probst in Mitteil. Natf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 182); im Gebiete von Basel oft an Mauern verwildert: E. Steiger nach Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 210.

Arabis muralis Bertol. (S.-Eur.) ssp. *collina* (Ten. 1811 pro spec.) Thellung in Ber. Schweiz. Bot. Ges. XXIV/XXV (1916), 106 (= A. rosea Ces., Pass. et Gib. Comp. fl. Ital. 849 [1885] [teste R. Pampanini in litt.]; Chiovenda in Bull. Soc. bot. ital. 1892, 390 — non DC. sens strict.; S.-Ital., Sizil.) var. *rosea* (DC. 1821 pro spec.) Thell. l. c. (1916) (= A. muralis var. rosea Arcangeli Comp. fl. Ital. ed. 1 (1882) 35; Paoletti in Fiori et Paoletti Fl. anal. Ital. I, 2 [1898], 428 [sphalm. 328] — A. collina b. purpurascens [Presl 1826 pro spec.] Guss. Fl. Sic. Prodr. II [1828], 243? = A. collina B. virescens Ten. Syll. fl. Neap. ed. in 8° [1831],

---

[1] Nimmt man die spezifische Zusammengehörigkeit von B. bracteosa und intermedia, die sich in der Hauptsache nur durch das Vorkommen resp. Fehlen von Brakteen im Blütenstand unterscheiden, an. so hat die Gesamtart aus Prioritätsgründen den Namen **B. bracteosa** Guss. (1828) sens. ampl. zu führen mit den var. α **intermedia** (Bor. 1840 pro spec.) Thell. **comb. nov.** und β **bracteata** (Griseb.) Thell. **comb. nov.** (= B. bracteosa Guss. sens. strict., = B intermedia var. bracteata Griseb. ap. Pantoscek Adnotationes etc. [1874], 89 teste Murbeck in Lunds Univ. Årsskr. XXVII [1891], 172). Die var. bracteata ist übrigens sicherlich nicht, wie es bisher nach der Literatur scheinen konnte, auf Italien beschränkt, sondern kommt ausser in Bosnien (Murbeck l. c.) offenbar auch weiterhin im Orient vor, da sie bei Glarus in Gesellschaft von Getreideunkräutern orientalischer Provenienz (Lepidium perfoliatum, Erysimum repandum, Chorispora tenella) angetroffen wurde.

324 [cit. sec. R. Pampanini in litt.][1]?; bei uns Zierpfl.). — Jussy-Pomier am Salève, als Überrest absichtlicher Anpflanzung: J. Favre in Annuaire Cons. et Jard. bot. Genève 18e et 19e années, 1914 et 1915, 204 (1915) [ob auch zur Subvar. glabrescens gehörig? — Th.].

— — subvar. ***glabrescens*** Thell. l. c. (1916). — Zuerst von Tripet (Bull. Soc. sc. nat. Neuchâtel XI [1879], 146) bei Neuchâtel «derrière le Mail, où elle a été decouverte, il y a quatre ans, par M. Rémy Matthey . . . sa présence est due sans doute à un essai de naturalisation . . . se propage assez rapidement», sodann (Le Rameau de Sapin XXXVIIIe année [1904], 36, an beiden Orten als A. rosea; vergl. Thellung in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LVI [1911], 278 als A. muralis var. rosea) auf Felsen von Belle-Roche bei Neuchâtel angegeben, nach der Vermutung des Verf. (l. c. 1904) durch den Botaniker d'Yvernois, einen Zeitgenossen J. J. Rousseaus, eingeführt, welche Hypothese jedoch mit Rücksicht darauf, dass d'Yvernois 1764 starb, während die Pflanze erst 1873 verwildert aufgefunden wurde, mit Recht von Aug. Dubois (Le Rameau de Sapin IIe sér. 2e année No. 4 [1er juillet 1918], 35) bekämpft wird, der eher an ein Verwildern aus dem nahen ehemaligen Botanischen Garten von Saars denkt; noch immer in Menge am felsigen Nordabhang der «colline du Pénitencier» bei Neuchâtel vorhanden (H. de Rougemont! in Le Rameau de Sapin 49e année [1915], 4 als A. rosea; A. Dubois! briefl.). Die Neuenburger Pflanze (subvar. glabrescens) unterscheidet sich von der typischen A. rosea DC. (Deless. Ic. sel. II [1823], t. 23!; Bot. Mag. LX [1833], t. 3246!), die sich ihrerseits vor A. muralis ausser der rosapurpurnen Farbe der Kronblätter durch besonders kräftigen Wuchs, grosse Laubblätter und Blüten auszeichnet, habituell stark durch niedrigen Wuchs (Stengel nur etwa 15 cm hoch), durch verkürzte, eiförmig-längliche (die grösste Breite nahe dem Grunde aufweisende), am Grunde breit abgerundete bis etwas herzförmige, grüne (auf den Flächen fast kahle, nur am Rande von Sternhaaren gewimperte) Laubblätter und kleinere Blüten. — Vergl. über das Verhältnis der Neuenburger Pflanze zu *A. muralis* auch: H. de Rougemont l. c. (1915). 4; Rougemont et Beauverd in Bull. Soc. bot. Genève 2e sér. VI (1915). 62—64; Lendner et Beauverd ibid. 122—123; Aug. Dubois in Le Rameau de Sapin IIe sér. 2e année (1918) No. 4 (1er juillet), 31—32, No. 5 (1er sept.). 35—36. Diese Autoren treten für die spezifische Verschiedenheit von *A. rosea* gegenüber *A. muralis* ein, welcher Ansicht ich jedoch aus den früher (l. c. 1916) angedeuteten Gründen nicht beipflichten kann.

---

[1] Der Freundlichkeit von Herrn Konservator R. Buser in Genf verdanke ich die Mitteilung eines etwas abweichenden Zitates für *A. collina* B. *virescens* Ten.: Fl. Nap. IV (1830), Sylloge p. 93. Die Pflanze figuriert dort mit der Diagnose „flore roseo“ und dem Synonym „*A. rosea* DC. Deless. Ic. sel. t. 2 tab. 23“, ferner mit dem Zitat „l. c.“, das sich auf Tenores „Florae Napolitanae Podromus“ (1811), p. XXXIX beziehen würde, an welcher Stelle jedoch nach R. Buser nur die Spezies A. collina, nicht die var. virescens figuriert. — Leider war es mir nicht möglich, bezüglich der Verschiedenheit bezw. Identität der drei rotblütigen Form A. rosea, A. collina var. purpurascens und var. virescens zu einem klaren Resultat zu kommen; denn während z. B. Paoletti (in Fiori et Paoletti l. c.) die rotblütigen Sippen als A. muralis β rosea zusammenfasst, treten Gussone (l. c.) und neuerdings Lojacono-Pojero (Fl. Sic.) für die spezifische Trennung von A. rosea und A. collina (incl. var. purpurascens) ein, wobei sich erst noch die für die Nomenklatur wichtige Frage erhebt, ob Tenores var. virescens zu rosea oder purpurascens gehört. Aus dem mir von Herrn Prof. Dr. F. Cavara in Neapel in liberalster Weise übermittelten Herbarmaterial habe ich nur feststellen können, dass A. collina und A. rosea sehr nahe verwandt sind und wohl am besten als besondere Unterart der A. muralis zusammengefasst werden dürften.

Erysimum repandum L. (Span., SO.-Eur., W.-As., N.-Afr.). — Pérolles (Fribourg), en face du Moulin Grand, 1911: F. Jaquet in Mém. Soc. fribourg. Sc. nat. vol. III fasc. 4 (1917), 179. — Var. *gracilipes* Thell.: Wiesendamm bei Basel, 1914, Aellen! u. Weber!; Zeughaus Seewen (Schwyz), 1917, Binz!

Erysimum suffruticosum Sprengel (E. murale Desf.; Zierpfl. unbekannter Herkunft, angeblich aus Spanien; in Kultur z. B. an der französischen Riviera am Cap d'Antibes [!!], in M.-Eur. gelegentlich in Sommerblumen-Mischungen; verwildert in Frankr., Belg., Deutschl., Engl., schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts auch von Basel angegeben). — St. Jakob bei Basel, auf Schutt, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 211); Rasen (Kunstwiese) beim Bahnhof Glattfelden (Kt. Zürich). 1 Exemplar, 1916, Thellung; im Garten der Landwirtschaftlichen Schule in Zürich spontan aufgetreten, 1918, E. Baumann!; beim Bahnhof Zweilütschinen (Lauterbrunnental, Berner Oberland), 1918, W. Lüdi!

Erysimum cuspidatum (M. Bieb.) DC. (SO.-Eur., SW.-As.). — Schutt in Genf, 1903, A. Gaille!; Jussy-Pomier am Salève, Kulturrelikt: J. Favre in Annuaire du Cons. et Jard. bot. Genève 18e et 19e années. 1914 et 1915 (1914—6), 204 (1915).

Alyssum saxatile L. (SO.-Eur., Kl.-As.) var. *petraeum* (Ard.). — Felsen ob Ligerz (Bern), an der Bahnlinie nach Prêles, 1916, leg. Ing. Hans Keller! (comm. Probst); soll (Verifikation vorbehalten) auch an der Bahnlinie Neuchâtel-Chaumont vorkommen (H. Keller nach Probst briefl.).

Alyssum edentulum Waldst. et Kit. (nach Fiori et Paoletti eine Form von *A. saxatile* L. var. *petraeum* [Ard.]). — Jussy-Pomier am Salève, Kulturrelikt: J. Favre in Annuaire du Cons. et Jard. bot. Genève 18ᵉ et 19ᵉ années, 1914 et 1915 (1914–6), 204 (1915).

***Alyssum corymbosum** (Griseb.) Boiss. (A. [Vesicaria] microcarpum Vis.; Balkan). — Bord du chemin à Valeyre (Bez. Aigle), 1879, H. Jaccard!; Önsingen (kult.? verwildert?), 1891, Fröhlich! (Herb. Eidg. Techn. Hochschule); ? Sihlfeld in Zürich, 1872, J. Hanhart! (junges, kaum aufgeblühtes Exemplar); ? Ufermauer bei der Heinegg am Thunersee 1917, R. Streun! (zu junges Exemplar).

Alyssum rostratum Steven (= A. Wierzbickii Vetter! in Bull. Murith XI, 1881/2 [1883], 49 et [cum „?“] in Bull. Soc. vaud. Sc. nat. XXII, No. 95 [1886], 269 et auct. Helv. non Heuffel; SO.-Eur., Kl.-As., Kauk.). — Orbe (Waadt), vor 1883 (und 1885!), Vetter (ll. cc. als A. Wierzbickii; von Ascherson [in litt. ad Vetter] vermutungsweise als A. transsilvanicum Schur angesprochen, ist aber entschieden einjährig und einstengelig, Blütenstiele fast nur mit Sternhaaren).

Alyssum argenteum All. (Piemont, SO.-Eur., SW.-As.). — Jussy-Pomier am Salève, Kulturrelikt: J. Favre in Annuaire du Cons. et Jard. bot. Genève 18ᵉ et 19ᵉ années, 1914 et 1915 (1914—16), 204 (1915); Ouchy bei Lausanne, beim Schiffausladeplatz, 1917, J. Bär und Thellung.

Alyssum strigosum Solander ex Russell (A. hirsutum M. Bieb.; A. campestre Vetter! in Bull. Soc. vaud. Sc. nat. XXII, No. 95 [1886], 269; Naegeli et Thellung Rud.- u. Adv.fl. Kt. Zürich, 45 in Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich L [1905], 269; Thellung ibid. LVI [1911], 278; Probst! in Mitteil. Naturf Ges. Solothurn 5 Heft, XVII. Ber. [1914], 183 pr. p., non L; SW.-As). — Ependes (Waadt), 1885, Moehrlen!; Solothurn beim Baseltor (Schutt von der Malzfabrik), 1909, Probst!; Zürich im Sihlkanal, 1902, O. Naegeli!

Dagegen gehört zum echten *A. campestre* L. (Medit.) ein Vorkommnis von Solothurn: Schutt südlich der Vorstadt (Abfälle von der Malzfabrik), 1906, Probst! (vergl. Vierteljahrsschr. LII [1907], 449).

burger Pflanze (subvar. glabrescens) unterscheidet sich von der typischen A. rosea DC. (Deless. Ic. sel. II [1823], t. 23!; Bot. Mag. LX [1833], t. 3246!), die sich ihrerseits vor A. muralis ausser der rosapurpurnen Farbe der Kronblätter durch besonders kräftigen Wuchs, grosse Laubblätter und Blüten auszeichnet, habituell stark durch niedrigen Wuchs (Stengel nur etwa 15 cm hoch), durch verkürzte, eiförmig-längliche (die grösste Breite nahe dem Grunde aufweisende), am Grunde breit abgerundete bis etwas herzförmige, grüne (auf den Flächen fast kahle, nur am Rande von Sternhaaren gewimperte) Laubblätter und kleinere Blüten. — Vergl. über das Verhältnis der Neuenburger Pflanze zu *A. muralis* auch: H. de Rougemont l. c. (1915). 4; Rougemont et Beauverd in Bull. Soc. bot. Genève 2e sér. VI (1915). 62—64; Lendner et Beauverd ibid. 122—123; Aug. Dubois in Le Rameau de Sapin IIe sér. 2e année (1918) No. 4 (1er juillet), 31—32, No. 5 (1er sept.). 35—36. Diese Autoren treten für die spezifische Verschiedenheit von *A. rosea* gegenüber *A. muralis* ein, welcher Ansicht ich jedoch aus den früher (l. c. 1916) angedeuteten Gründen nicht beipflichten kann.

Erysimum repandum L. (Span., SO.-Eur., W.-As., N.-Afr.). — Pérolles (Fribourg), en face du Moulin Grand, 1911: F. Jaquet in Mém. Soc. fribourg. Sc. nat. vol. III fasc. 4 (1917), 179. — Var. *gracilipes* Thell.: Wiesendamm bei Basel, 1914, Aellen! u. Weber!; Zeughaus Seewen (Schwyz), 1917, Binz!

Erysimum suffruticosum Sprengel (E. murale Desf.; Zierpfl. unbekannter Herkunft, angeblich aus Spanien; in Kultur z. B. an der französischen Riviera am Cap d'Antibes [!!], in M.-Eur. gelegentlich in Sommerblumen-Mischungen; verwildert in Frankr., Belg., Deutschl., Engl., schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts auch von Basel angegeben). — St. Jakob bei Basel, auf Schutt, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 211); Rasen (Kunstwiese) beim Bahnhof Glattfelden (Kt. Zürich). 1 Exemplar, 1916, Thellung; im Garten der Landwirtschaftlichen Schule in Zürich spontan aufgetreten, 1918, E. Baumann!; beim Bahnhof Zweilütschinen (Lauterbrunnental, Berner Oberland), 1918, W. Lüdi!

Erysimum cuspidatum (M. Bieb.) DC. (SO.-Eur., SW.-As.). — Schutt in Genf, 1903, A. Gaille!; Jussy-Pomier am Salève, Kulturrelikt: J. Favre in Annuaire du Cons. et Jard. bot. Genève 18e et 19e années, 1914 et 1915 (1914—6), 204 (1915).

Alyssum saxatile L. (SO.-Eur., Kl.-As.) var. *petraeum* (Ard.). — Felsen

Dubois ibid. 46ᵉ année (1912), 41, 42, 1913 A. Gaille! (ibid. 2ᵉ sér. I [1917], 7); am Mont-Aubert (Neuenburger-Jura), zweifellos gleichfalls vom Baron v. Büren angepflanzt, neben S. spurium noch 1916 reichlich: H. Correvon in Le Rameau de Sapin 50ᵉ année (1916), 47.

Astilbe japonica (Morren et Decaisne) A. Gray (Zierpfl. aus Japan). — Kompost bei der Kehrichtverbrennungsanstalt von Arosa (Graubünden), 1915, Thellung.

Saxifraga Huetiana Boiss. (Ostsiebenbürg. Karpath., Kl.-As., Armen.). — Auf diese Art, die neuerdings von Engler u. Irmscher (Saxifragaceæ - Saxifraga I, in Engl. Pflanzenreich IV. 117, I [1916], 203) — wohl mit Recht — als var. β *Huetiana* zu *S. Cymbalaria* L. s. l. (Kl.-As., Kauk., Armen.; var. baborensis [Battand.] Engler et Irmscher l. c. 204 in Algerien) gezogen wird, bezieht sich auch die Angabe vom Wasserfall bei „Paroyer" zwischen St. Imier und Sonvilier im Berner Jura (H. Guyot in Bull. Soc. bot. Genève 2ᵉ sér. V [1913], 103), wie dies nach dem Fundort (vergl. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LII [1907], 450) zu erwarten war, und wie mir Herr G. Beauverd (briefl. VII. 1913) auf Anfrage freundlichst bestätigt.

****Saxifraga sarmentosa*** L. (Zierpfl. aus O.-As.). — Verwildert an der Mauer der Via Belvedere ob Lugano an mehreren Stellen, 1918: Hans Schinz; massenhaft an der Mauer beim Kap Martino (Lugano), 1918: Alban Voigt.

Philadelphus coronarius L. (Zierpfl. aus SO.-Eur. und SW.-As., jedoch mit keiner lebenden Wildform ganz übereinstimmend; vergl. C. K. Schneider Ill. Handbuch Laubholzkunde I, 373 [1905]). — Fürstenau-Brugg (Domleschg), auf seit langer Zeit verlassenem Kulturland in üppigen, reichlich blühenden Büschen mitten im einheimischen Buschwerk: Hager briefl. (1913); verwildert in Langendorf (Solothurn) an der Bachmauer, seit Jahren: Probst in Mitteil. Natf. Ges. Soloth. 15. Heft, XVII. Ber. (1914), 184; mehrfach um Neuchâtel: H. Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 54; im Aargau bei Zofingen und Lenzburg: Lüscher Fl. Aarg. (1918), 63.

Ribes aureum Pursh (Zierpfl., N.-Am.). — Oberdorf (Solothurn) in einem Weggebüsch, 1914: Probst in Mitteil. Natf. Ges. Soloth. 15. Heft, XVII. Ber. (1914), 184.

Spiraea Thunbergii Siebold (Zierpfl. aus Japan, China). — Langendorf (Solothurn) an einer Bachmauer seit 1901 verwildert (seit einigen

Jahren infolge lokaler Veränderung eingegangen), Probst! (Mitteil. Natf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 184).

Spiraea japonica L. f. (S. callosa Thunb.; Japan, China?). — Basel, Kulturrelikt an der Gundoldingerstrasse, 1913, Magnat! (in Herb. Binz); Kiesgrube Hardau in Zürich 4, 1914, Thellung; in der Meininger Au (Vorarlberg) verwildert: Murr in 50. Jahresber. Landesmus. Vorarlberg (1914), sep. p. 14.

Spiraea chamaedryfolia L. em. Jacq. (S. ulmifolia Scop.; O.-Eur., W.- u. N.-As.). — Muri, verwildert, 1911, Lüscher! (nicht typisch, wohl Kümmerform); Baden: Käferholz, verwildert: K. Weckerle nach Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI (1915), 211; Frenières sur Bex (Vaud), recouvrant un talus tout entier: E. Wilczek in Bull. Soc. vaud Sc. nat. vol. 51 (1917) No. 192, 331; Dietschiberg bei Luzern: M. Heller.

Spiraea obovata W. K. (Frankr., Span.; in SO.-Eur. wohl nur verwildert). — Langendorf bei Solothurn, in der Nähe eines Gartens verwildert, 1913, Probst!

Spiraea salicifolia L. (O.-Eur., W.- u. N.-As., N.-Am.). — Verwildert bei Solothurn: Probst briefl. (IV. 1917).

***Spiraea Fontenaysi** Bill. (Gartenbastard von *S. canescens* Don [Himal.] und *S. salicifolia* L. [O.-Eur., W.- u. N.-As., N.-Am.]). — Reppischholz bei Muri, verwildert, 1911, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 41.)

***Spiraea** cf. **Douglasii** Hooker ×**salicifolia** L. (= *S. Billiardii* [Zabel] C. K. Schneider; Gartenbastard, beide Stammarten nordamerikanisch). — Walenstadt, am Seeufer, 1917, Walter Knecht!

Cotoneaster Simonsi Baker (Himal.). — Verwildert im Ufergebüsch bei Bevaix (Neuenburg), wohl Überrest ehemaliger Anpflanzung durch den Baron v. Büren, C. Wirth! Fl. des Traverstales (1914), 103 in Beih. Bot. Centralbl. Bd. XXXII, Abt. II.

Amelanchier spicata (Lam.) Decaisne (N.-Am.). — Verwildert an der Aare bei Bern, entfernt von aller Kultur, 1891, L. Fischer! (Herb. Eidg. Techn. Hochschule).

Kerria japonica (L.) DC. (Zierpflanze aus China und Japan). — Fürstenau-Brugg (Domleschg), auf seit langer Zeit verlassenem Kulturland verwildert: Hager briefl. (1913); seit Jahren verwildert an einer Mauer in Bellach (Solothurn): Probst in Mitteil. Natf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. (1914), 184.

****Rubus laciniatus*** Willd. (R. vulgaris W. N. [?] lusus laciniatus Focke in A. et G. Syn. VI, 1, 483 [1902]; Gartenpflanze unsicherer

Abstammung und Herkunft). — Verwildert an der Kluseggstrasse in Zürich 7, 1916, E. Schmid!

Fragaria virginiana Duchesne (Gartenpfl. aus N.-Am.). — Verwildert: Birsfelden (Basel-Land), 1914/5, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 211); im Walde bei Langnau (Kt. Zürich), 1913, Werndli!; Rasen beim Bahnhof Glattfelden (Kt. Zürich), verwildert, 1916, Thellung.

****Potentilla geoides*** M. Bieb. (Krim, Kaukasus). — Vaumarcus Neuenburg), ± eingebürgert (ursprünglich — vor etwa 50 Jahren — wohl vom Baron v. Büren gepflanzt), 1913, A. Gaille! (Le Rameau de Sapin 2ᵉ sér. I [1917], 7).

Potentilla atrosanguinea Lodd. (Himal.). — Verwildert am Stauweiher in Andelsbuch (Vorarlberg): Milz nach Murr in 58. Jahresber. Staatsgymn. Feldkirch (1913), 17.

Potentilla norvegica L. (N.- u. O.-Eur., W.- u. N.-As., N.-Am.) var. ***hirsuta*** (Michx.) Torrey et Gray (P. monspeliensis L.; N.-Am.). — Wildbachsammler an der Solothurn-Bellachgrenze, 1916, Probst!; Bahnhof Tiefenbrunnen bei Zürich, Ausladestelle von nordamerikanischem Getreide, 1917/8, sowie im Bahnhof Chur, 1917, Thellung.

Potentilla intermedia L. (Russland). — Alter Badischer Bahnhof in Basel 1915, Aellen u. Weber!

Rosa cf. *centifolia* L. (angeblich im Kaukasus wild vorkommende, seit dem Mittelalter in Europa als Zierpflanze kultivierte Abart der R. gallica L.). — Fürstenau-Brugg (Domleschg), auf seit langer Zeit verlassenem Kulturland als Kulturrelikt (gefülltblütig): Hager briefl. (1913).

Rosa cf. *turbinata* Aiton (Gartenpfl., wohl R. cinnamomea [?] × gallica). — Painsec im Val d'Anniviers (Wallis) verwildert, 1918, Jaquet!

****Prunus cerasifera*** Ehrh. (Balkan, SW.-As.). — Hie und da kultiviert; verwildert am Ufergebüsch bei Wangen (Untersee): E. Baumann in Arch. f. Hydrobiol. etc. VI (1911), Suppl. bd. I, 364; Schlucht von Sementina bei Bellinzona, 1898, E. Landolt!

****Prunus Laurocerasus*** L. (Balkan, SW.-As.). — Im Tessin verwildert nach Hegetschweiler Fl. d. Schweiz fasc. 3 (1839), 461; Cassarina, Cassarate: Lenticchia in Franzoni Cat. piant. fanerog. Svizz. insubr. (1888—90), 75; Muralto: Chevenard Cat. pl. vasc. Tess. (1910), 287.

Lupinus albus L. (Medit.). — Bahnhof Herzogenbuchsee, 1915, Aellen!;

Güterbahnhof Wolf in Basel, 1917, Aellen! (? zu unvollständige Exemplare).

Lupinus perennis L. (Atlant. N.-Am.). — Güterbahnhof Wolf in Basel, 1917, Aellen!

Spartium junceum L. (Medit.; verwildert auch in S.-Am.). — Eingebürgert zwischen Bôle und Colombier (Neuenburg), 470 m: Mathey-Dupraz nach Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 34.

Ononis hircina Jacq. [non auct. helv.] (N.- u. O.-Eur., W.-As.). — Bahnhof Wolf in Basel, 1918, Aellen!

Ononis alopecuroides L. (Medit.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!

****Ononis mitissima*** L. (Medit.). — Solothurn, bei der Malzfabrik, 1915, und Schutt in Birsfelden (Basel-Land), 1917, Aellen!

****Ononis biflora*** Desf. (S.-Medit.). — Hühnerhof Zwygart in Solothurn (Malzfabrik), 1918, Probst!, Aellen!

****Ononis serrata*** Forskål (incl. *O. diffusa* Ten.; Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1916, Thellung (ein junges, steriles, in diesem Zustande nicht mit Sicherheit näher bestimmbares, wahrscheinlich zu ssp. *diffusa* [Ten.] Rouy gehöriges Exemplar).

Trigonella coerulea (L.) Ser. ssp. *procumbens* (Besser) Thell. (T. Besseriana Ser.; wohl Wildform der Art, aus SO.-Eur., Kauk., Kl.-As.). — Goldach-Ufer bei Tübach (St. Gallen), 1912, W. Koch!

Trigonella Foenum graecum L. (W.-As.; kult. Medit., M.-Eur.; stammt vielleicht von der verwandten *T. gladiata* Steven [Medit.] ab). — Bahndamm bei Buchs (St. Gallen), 1913, A. Schnyder!; Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, 1918, Probst!; Schutt bei St. Ludwig (Elsass) unweit Basel, 1913, W. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 212); Bahnhof Wolf in Basel, 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916] 72), 1916: Aellen; Ruchfeld bei Basel, 1917: Aellen.

Trigonella corniculata L. (S.-Eur., Kl.-As.?; N.-Afr. eingebürgert). — Lagerhaus Giesshübel in Zürich 3, 1912, Jos. Braun-Blanquet!

Trigonella polycerata L. (W.-Medit.). — Ruchfeld (Basel-Land) 1917, Aellen!

Medicago scutellata All. (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1915, 1917, Thellung; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1917, Schnyder!; Güterbahnhöfe Wolf und St. Johann in Basel, 1917/8, Aellen!

Medicago orbicularis (L.) All. (Medit.). — Lagerhaus Giesshübel in Zürich 3, 1913, H. Beger!; Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung; Steigmühle in Töss (Kt. Zürich), 1916, W. Greuter!; St. Johann-Bahnhof in Basel, 1918, Aellen!

Medicago rugosa Desr. (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

Medicago ciliaris (L.) Willd. (Medit.). — Bahnhof Willdegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 33); Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung.

Medicago intertexta (L.) Miller (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1916, Thellung.

Medicago obscura Retz. (Medit.) ssp. ***Helix*** (Willd.) Urban var. ***spinosa*** Guss., Fiori et Paoletti (= var. aculeata Guss.). — Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung; St. Johannbahnhof in Basel, 1917, Aellen!

Medicago laciniata (L.) Miller (S.-Medit.) var. *brevispina* Bentham, zugleich f. *integrifolia* Godron: Wollkompost der Tuchfabrik Spinnler in Liestal (Basel-Land), 1917, Aellen! Die Pflanze hält (teste Urban in litt.) fast die Mitte zwischen M. laciniata und der sicherlich nicht spezifisch verschiedenen M. Aschersoniana Urban, die daher wohl richtiger als *M. laciniata* ssp. *Aschersoniana* (Urban) bezeichnet würde.

Medicago hispida Gärtner (Medit.) var. *confinis* (Koch) Burnat — Wolfbahnhof, Birsfelden und Ruchfeld bei Basel, teilweise mit var. *apiculata* und *denticulata*, 1916, W. Weber!; Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik) 1915, Aellen!, 1916/8 Probst!; Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, mit var. denticulata, 1915, Aellen!; Güterbahnhof Zürich, seit 1909 fast alljährlich, Thellung (1917 auch in Kombination mit var. *apiculata* auf dem gleichen Exemplar!).

— — var. ***microdon*** (Ehrenb.) Urban (SO.-Eur., SW.-As., N.-Afr.). Vigogne-Spinnerei Pfyn (Thurgau), auf Baumwollkompost, 1917, mit var. denticulata, Thellung.

— — var. *lappacea* (Desr.) Burnat: Schutt bei Michelfelden unweit Basel, 1913, W. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 211); Tuchfabrik Spinnler in Liestal (Basel-Land), 1917, Aellen!; Güterbahnhof Zürich, 1916, Thellung; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1917, Schnyder!

— — var. ***macracantha*** (Lowe) Briq. (var. nigra [Willd.] Burnat): Wolfbahnhof in Basel, 1916, W. Weber!; Tuchfabrik Liestal, mit der vor. Var. (und var. denticulata), 1917, Aellen!; Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung.

Medicago litoralis Rohde (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung (1917 auch in einer Übergangsform zu M. truncatula).

Medicago truncatula Gärtner (M. tribuloides Desr.; Medit.). — St. Johannbahnhof in Basel, 1917, Aellen! (? zu junge Exemplare); Güterbahnhof Zürich, reichlich, 1917, Thellung.

Medicago rigidula (L.) Desr. (Medit.) var. ***agrestis*** (Ten.) Burnat (M. depressa Jordan; S.-Eur., Syr.). — Solothurn, auf einer Gartenmauer bei Pflug, 1912, Probst!; Steigmühle Töss (Zürich), 1913/4. W. Greuter! — Var. ***minor*** (Ser.) Thell. **comb. nov.** (M. cinerascens Jordan). — Güterbahnhof Zürich, mit dem Typus, 1917, Thellung.

Medicago tuberculata Willd. (Medit.). — Güterbahnhof Wolf in Basel, 1917/8, Aellen!; Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, Probst!; Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

Medicago aculeata Gärtner (Medit.). — Ruchfeld und Birsfelden bei Basel, auf Schutt, 1916, W. Weber!; Güterbahnhof Zürich, 1916/7/9, Thellung; Bahnhof Buchs (St. G.), 1917, A. Schnyder!; Bahnhof Wolf in Basel, 1918, Aellen!

Medicago Murex Willd. (Medit.) var. *sphaerocarpa* (Bertol.) Urban — Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung.

Melilotus altissimus Thuill. (Eur., W.- u. O.-As.) var. **micranthus** O. E. Schulz (O.-Russl., Sibir. etc.). — Angenähert: Güterbahnhof Wolf in Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 72).

Melilotus officinalis (L.) Lam. var. *micranthus* O. E. Schulz (Ungarn, S.-Russl., W.-As.). — Bahnhof Wolf in Basel, 1918, Aellen!

****Melilotus elegans*** Salzm. (Medit.). — Wildbachsammler an der Bellach-Solothurnergrenze, 1915, Probst!

Melilotus siculus (Turra) Jackson (M. messanensis [L.] All.; Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1912, Jos. Braun-Blanquet!, 1916/7, Thellung.

Melilotus sulcatus Desf. (Medit.). — Birsfelden bei Basel, 1915, W. Weber!, 1916: Aellen; Wiesendamm in Basel, 1915, Aellen!; Ruchfeld (Basel-Land), 1917, Aellen!; Sand des Rheins bei der Eisenbahnbrücke und Rheinhalde gegen Grenzach bei Basel, 1918, A. Becherer!; Wildbachsammler an der Bellach-Solothurnergrenze (mit *M. indicus*) und Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (aus australischer [!] Schafwolle), 1915, Probst!; Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915/6, Aellen!; Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher!

(Fl. Aarg. [1918], 33); Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, A. Schnyder!

— — ssp. ***infestus*** (Guss.) Rouy (W.-Medit., Ins. Cephalonia, Syr.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915/6, 1918 (teilweise neben der typischen Unterart), Probst!

Trifolium resupinatum L. (Medit.). — Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 33). — Var. *majus* Boiss. (besonders O.-Medit.): St. Johannbahnhof in Basel, 1916, W. Weber!; angenähert: Solothurn, Haltestelle der Solothurn-Zollikofer-Bahn, 1917, Dr. Dutoit!

Trifolium tomentosum L. (Medit.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus spanischer (?) Wolle, 1915, Aellen!, 1916, Probst!; Schutt im Ruchfeld (Basel-Land), 1917, Aellen!

Trifolium spumosum L. (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1916, Thellung.

Trifolium vesiculosum Savi (SO.-Eur., Kauk., Kl.-As.; adv. Frankr., Span., Deutschl.) ssp. ***multistriatum*** (Koch) Gibelli et Belli (S.-Ital., N.-Balkan). — Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, Aellen!; Güterbahnhof Zürich, 1916, Thellung.

Trifolium xerocephalum Fenzl (Rhodos, Kl.-As., Syr.). — Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, Aellen!

Trifolium Michelianum Savi (Medit.). — Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1913, A. Schnyder! (Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. 1913 [1914], 163); Steigmühle Töss (Kt. Zürich), 1916, W. Greuter!; Solothurn, Hühnerhof Zwygart (bei der Malzfabrik), 1915, Probst!, Aellen!; Böschung beim Solothurner Hauptbahnhof, 1916, Probst!

Trifolium parviflorum Ehrh. (S.- u. Mittel-Eur.). — Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfadrik, 1915, Aellen!

Trifolium glomeratum L. (Medit., England). — Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, Aellen!

Trifolium Bocconei Savi (S.- u. SW.-Eur., N.-Afr.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus spanischer (?) Schafwolle, 1916, Probst!

Trifolium angustifolium L. (Medit.). — Basel, Schutt bei der Irrenanstalt, 1904/6, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 212); Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus spanischer (?) Schafwolle, 1916, Probst!; Hühnerhof in Brugg, 1914, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 35).

Trifolium lappaceum L. (Medit.). — Steigmühle Töss (Kt. Zürich), 1914, 1916, W. Greuter!; Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1915/8, Probst!, Aellen!; Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus spanischer (?) Schafwolle, 1916, Probst!

Trifolium stellatum L. (Medit.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus spanischer (?) Schafwolle, 1916, Probst!

Trifolium pallidum W. et K. (O.-Medit., O.-Eur., Alger.). — Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1913, A. Schnyder! (Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. 1913 [1914], 163); Steigmühle Töss (Kt. Zürich), 1914, W. Greuter!; Mutten bei Solothurn, 1916, Probst!

Trifolium diffusum Ehrh. (Medit.). — Mutten bei Solothurn (Schutt von der Malzfabrik), 1916, Probst!

Trifolium maritimum Hudson (Medit., SW.-Eur.). — Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 35); Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (spanische [?] Schafwolle), 1916, Probst!

Trifolium leucanthum M. Bieb. (T. dipsaceum subsp. T. leucanthum Gibelli et Belli im Mem. R. Accad. Sc. Torino ser. 2ª XXXIX [1889], 369; S.-Eur., Kl.-As., Kurdistan!). — Zerfällt nach der Behaarung in 2 Abarten: α var. ***patenti-pilosum*** Thell. **var. nov.** (= T. leucanthum M. Bieb. Fl. Taur.-Cauc. II [1808], 214 sens. strict. ex descr. «caules .... villis mollibus patulis hirsuti»!; Ascherson et Graebner Synopsis VI, 2, 592 [1908] [«Stengel mit zahlreichen abstehenden Haaren»]; T. dipsaceum subsp. T. leucanthum Gibelli et Belli l. c. sens. strict. [«caule pilis patentibus hirsuto»]): pilis caulis patentibus; β var. ***appresso-pilosum*** Thell. **var. nov.** (= T. leucanthum Boiss. Fl. Or. II [1872], 128 ex descr. «adpresse hirsutum»): pilis caulis suberecto-appressis. — Solothurn, Böschung beim Hauptbahnhof (aus Samen von der Malzfabrik), 1916, Probst! (var. β).

Trifolium echinatum M. Bieb. (SO.-Eur., SW.-As.). — St. Johannbahnhof in Basel, 1916, W. Weber!; Hühnerhof Zwygart in Solothurn (Malzfabrik), 1915 und Böschung beim Solothurner Hauptbahnhof, 1916/8, Probst!

— — ssp. *constantinopolitanum* (Ser.) Gibelli et Belli (Türkei, SW.-As.). — Solothurn: Hühnerhof Latscha (Malzfabrik), 1915, Probst!, Aellen!; Hühnerhof Zwygart, 1918, Probst!; Böschung und Wiese beim Solothurner Hauptbahnhof (Abfälle von der Malzfabrik), 1916, Probst!, 1917 Dr. Dutoit!; Station Gwatt bei Thun, 1917, R. Streun! — Var. ***intercedens*** Thell. in A. et G. Syn. VI, 2, 592 (1908): Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!, Aellen!; Mutten bei Solothurn (Schutt von der Malzfabrik), mit dem Typus der Unterart und mit *T. echinatum* typicum, 1916, Probst!

Trifolium squarrosum L. (Medit.). — Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 35).

***Anthyllis tetraphylla** L. (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung.

Securigera Securidaca (L.) Degen et Dörfler (Medit.). — Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, Aellen!, 1919: Probst; Solothurn, Böschung des Hauptbahnhofs, 1916, 1918, Probst!

Lotus angustissimus L. (Medit., W.- u. O.-Eur., W.-As.). — Solothurn: Mutten (Abfälle von der Malzfabrik), 1916, Probst!

Lotus ornithopodioides L. (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1916/7 (in Menge), Thellung.

Tetragonolobus purpureus Mönch (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung; Steigmühle Töss (Kt. Zürich), 1917, W. Greuter!

***Psoralea americana** L. (*P. dentata* DC.; Trifolium Americum [sic] Lobel Kruydtboeck [ed. Antwerp. 1581], 36 cum ic.! — Kanar., Madeira [hier jedoch nach Lowe Man. Fl. Madeira I (1868). 135 anscheinend nur eingebürgert], westl. N.-Afr., Süd-Span., S.-Ital. und Sizil. [adv.]; verwildert in N.-Am.) var. **villosa** (Guss.) Thell. **comb. nov.** (P. polystachya Poir.; P. americana β polystachya Fiori et Paoletti; P. dentata β DC.; P. americana β Lowe; P. dendata var. villosa Guss.; P. alnifolia Bertol.). — Güterbahnhof Zürich, 1915, Thellung, offenbar mit Südfrüchten aus S.-Ital. eingeschleppt.

Amorpha fruticosa L. (Zierpfl. aus N.-Am.). — Wöschnauerli bei Aarau, verwildert, 1884: Lüscher Fl. Aarg. (1918), 40.

Galega officinalis L. (S.- u. SO.-Eur., W.-As.) f. *variegata* Thell. (1911): Neu-Allschwil bei Basel, 1916: Aellen; Bern: Schutt beim Schlachthaus auf dem Wyler, 1918, R. Streun! [? Kümmerform] (E. Fischer in Mitteil. Naturf. Ges. Bern 1919, sep. 8).

Astragalus hamosus L. (Medit.; adv. auch in England!). — Goldach-Ufer bei Tübach (St. Gallen), 1912, W. Koch!; Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung; Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst! — Diese Art ist weder nach Bunges Generis Astragali spec. gerontog. I (in Mém. Acad. St. Pétersb. 7^e sér. XI, No. 16 [1868]), noch nach Boissiers Flora Orientalis II (1872), noch auch nach Ascherson u. Graebners Synopsis VI, 2 (1909) bestimmbar, da diese Autoren (Bunge l. c. 7, 12; Boissier l. c. 206; A. et G. l. c. 744) der Gruppe *Trimeniaeus* resp. der Sect. *Buceras*, zu der unsere Art gehört, einfache, basifixe Haare zuschreiben, während in Wirklichkeit, wie mir Herr Bornmüller-Weimar (briefl.) bestätigt, sowohl A. hamosus als auch der nahe verwandte A. brachyceras Ledeb. am Rücken (wenn auch nahe dem Grunde) angeheftete Haare besitzen, was von Fiori u. Paoletti Fl. anal. Ital. II, 1 (1900), 76 und neuerdings von Briquet (Prodr. fl. corse II, 1 [1913], 348 mit Abbildung) richtig hervorgehoben wird.

Astragalus baeticus L. (Medit., auch kult.). — Güterbahnhof Zürich, 1916, Thellung.

Scorpiurus muricatus L. (Medit.) ssp. *subvillosus* (L.) Thell. — Solothurn, bei der Malzfabrik, 1915, Aellen!; ebenda unter Kartoffeln beim Hühnerhof Latscha, 1916, Probst!; Solothurn, Böschung beim Hauptbahnhof (aus Samen von der Malzfabrik), 1917, Probst! (? zu junge Exemplare).

****Scorpiurus vermiculatus*** L. (Medit.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus spanischer (?) Schafwolle, 1916, Probst!

Ornithopus compressus L. (Medit.). — Bahnhöfe St. Johann und Wolf in Basel[1]), 1917, Aellen!; Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!; Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

Ornithopus sativus Link (Span., Portug., westl. N.-Afr.; in M.-Eur. als „Serradella" kult.). — Badische Lagerhäuser in Basel, Tuchfabrik Spinnler in Liestal (Basel-Land) und Bahnhof Aarau [vergl. Lüscher Fl. Aarg. (1918), 36], 1917, Aellen!

Coronilla scorpioides (L.) Koch (Ornithopus compressus Binz ap. Thellung in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LII [1907], 455 — non L.; Medit.). — Ruchfeld (Basel-Land), 1906: Magnat nach Binz bei Thellung l. c. 1907 (sub. Ornith. compr.) und nach Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI (1915), 212; Badische Lagerhäuser in Basel, 1915: Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 72; Güterbahnhof Wolf in Basel und Komposthaufen der Tuchfabrik Roggwil (Bern), 1917, Aellen!; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, A. Schnyder!; Badische Lagerhäuser und Bahnhof St. Johann in Basel, Birsfelden und Ruchfeld (Basel-Land), Gennersbrunn (Schaffhausen), 1917: Aellen.

Coronilla cretica L. (Ital., Balkan, Kreta, Krim, Kauk., Kl.-As., Syr.). — Solothurn, Böschung beim Hauptbahnhof (Samen aus der Malzfabrik), 1916, Brosi und Probst!; Mutten bei Solothurn, aus Abfällen von der Malzfabrik, 1916, Probst!

---

[1]) Die frühere Angabe vom Ruchfeld bei Basel (Magnat nach Binz bei Thellung in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LII [1907], 455), ist irrtümlich und bezieht sich auf *Coronilla scorpioides* (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 212).

Vicia sativa L. cf. var. **macrocarpa** Moris (S.-Eur.). — Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 38; Fruchtexemplar, ohne Blüten nicht sicher bestimmbar); Güterbahnhof Zürich 1919 (und schon früher), Thellung (ebenso).

Vicia peregrina L. (Medit.). — Malleray (Berner Jura), in Wicke, 1912, A. Charpié! (Probst in Mitteil. Natf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 191); Kiesgrube Hardau (neu für Zürich), 1916, Thellung; Schutt an der Parkringstrasse in Zürich 2, 1918, E. Baumann!; Schutt im Ruchfeld (Basel-Land), 1917, Aellen!

Vicia grandiflora Scop. (SO.-Eur., SW.-As.) var. *Kitaibeliana* Koch — Schutt bei Birsfelden und Neu-Allschwil (Basel-Land), 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1916], 212).

Vicia melanops Sibth. et Sm. (östl. S.-Eur.). — Ruchfeld bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1916], 212).

Vicia hybrida L. (Medit.). — Güterbahnhof St. Johann in Basel, 1917 Aellen!

Vicia Noëana Reuter (Syr., Kl.-As., Arm.) var. (?) **blepharicarpa** Thell. **var. nov.** Differt a typo indumento magis setuloso-rigido, dentibus calycinis minus inaequalibus, superioribus magis porrectis, leguminum suturis ciliatis nec ut ceterae partes leguminis glaberrimis (*V. Noëana* hat in typischer Ausbildung den Habitus einer *V. pannonica* mit ganz haarlosen Kronblättern und Früchten; die neue Varietät stellt durch die gewimperten Fruchtnähte gleichsam einen Übergang von V. Noëana gegen V. pannonica dar); differt a V. lutea var. laevigata (Sm.) Boiss. vexillo extus medio papillis acutis brevissime pruinoso-puberulo nec glaberrimo. — Vaumarcus (Neuenburg), vielleicht vom Baron v. Büren angepflanzt, 1913, A. Gaille! (Le Rameau de Sapin 2^e sér. I [1917], 7 sub «*Vicia roeana* [sic!] var. *blepharicarpa* Thellung» [nomen nudum]). [Auch in Holland: Weert, 1918, Kloos! u. A.; vergl. Neederl. Kruidk. Archief 1918 (1919), 85 als V. lutea forma.]

Vicia bithynica L. (Medit., SW.-Eur.). — Châtillon près Hauterive (Fribourg), dans un champs de blé, avec V. lutea, pannonica et narbonensis, 1911: Prof. Aebischer nach F. Jaquet in Mém. Soc. fribourg. Sc. nat. vol. III, fasc. 4 (1917), 185; Hauterive bei Freiburg, in Äckern, 1912, Jaquet!; Malleray (Berner Jura), in Wicke, 1912, A. Charpié! (Probst in Mitteil. Natf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 191); Neu-Allschwil (Basel-Land), 1914/5, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 212); Bahnhof Wolf in Basel, 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 72); Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915/8, Probst!; Güterbahnhof Zürich, 1913, H. Beger, 1917, Thellung.

Vicia Cracca L. ssp. *tenuifolia* (Roth) Gaudin var. **stenophylla** Boiss. (Thrac., Macedon., Thessal., SW.-As.). — Küsnacht (Zürich), Waldrand bei „Solitude“, Apoth. Bommer!

Vicia villosa Roth *ssp. **Pseudocracca** (Bertol.) Rouy (W.-Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1918, Dr. Rohrer!, Thellung, in einer durch die abstehend-schwachzottige Behaarung der oberen Teile der Pflanze ausgezeichneten Form: var. vel f. ***villosula*** Thell. **f. nov.** (partibus superioribus plantae patenter subvillosis nec ut in typo appresse puberulis); als Synonym gehört wohl hieher: V. villosa ε ? Rosani Fiori et Paoletti Fl. anal. Ital. II, 1 (1900), 118 (an V. Rosani Ten.?; vix V. pseudocracca β Rosani Arcang.), die u. a. auch aus Sizilien angegeben wird, wo unsere Form tatsächlich vorkommt (Palermo, in pascuis montanis, leg. Reina, ded. Borzi; Herb. Hort. Bot. Panormit., Pl. siculae), und von wo sie bei uns mit Südfrüchten eingeschleppt worden sein dürfte. — Die früher auf Grund meiner Bestimmung von Langendorf bei Solothurn, 1912 (Probst! in Mitteil. Naturf. Ges. Solothurn, 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 190) angegebene und von mir in den Herbarien auch von anderen Lokalitäten (Güterbahnhof Zürich, 1914/7, Thellung; Bahnhof Buchs [St. Gallen], 1916, A. Schnyder!) so bezeichnete „Annäherungsform“ an *V. Pseudocracca* halte ich, nachdem ich die echte Unterart lebend mit ssp. *dasycarpa* vergleichen konnte (sie unterscheidet sich von der letztern sehr auffällig durch die grösseren, blass graublauen Blüten, die im Verhältnis zu den Flügeln und dem Schiffchen beträchtlich verlängerte Fahne, deren Platte nur wenig kürzer ist als der Nagel, und durch die schmäleren Früchte), nicht mehr als solche aufrecht, es handelt sich lediglich um armblütige Individuen von *V. dasycarpa*, wie solche hie und da unter den reichblütigen auftreten.

Vicia benghalensis L. (*V. incana* Lam. non alior.; V. atropurpurea Desf.; S.-Eur., N.-Afr.; adv. Deutschl., Engl.!). — Kiesgrube Hardau in Zürich, 1916, Thellung; im Getreide bei Ober-Erlisbach (1916) und Schachen (1917) bei Aarau, sowie Bahnhof

Wildegg (1917), Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 38); Solothurn: Hühnerhof Zwygart, 1916, 1919, Schöngrün 1918, Probst!; Mont Dard bei La Corbatière (Neuenburger Jura), in einem Gemüsegarten (1234 m), 1916, E. Müller!; Ruchfeld (Basel-Land), 1917, Aellen!

Vicia calcarata Desf. 1799 (V. monantha Retz. Obs. bot. III [1783], 39! [non (L.) Desf. 1799 nec auct plur.], nomen antiquius sed confusum!; V. syriaca Retz. l. c. 40 in syn.!; Weinm. Hort. Dorp. [1810], 162 [sec. Ind. Kew.] — non Medik. 1784![1] — S.-Medit.). — Seeaufschüttung beim Bahnhof Tiefenbrunnen in Zürich, 1918, Dr. F. Rohrer!, Thellung.

Vicia articulata Hornem. 1807, Willd. 1809 (V. monanthos [L. 1753 sub Ervo] Desf. 1799, non Retz. 1783; Ervum stipulaceum Desv. 1814 [non Vicia stipulacea Pursh 1814 = Lathyrus polymorphus Nutt. 1818 (non L. stipulaceus Le Conte 1819 = L. palustris L. 1753 sec. Ind. Kew.)]; *V. multifida* Wallr. 1815; Medit., in Mittel-Eur. zuweilen kultiviert und verwildert). — Arosa (Graubünden), auf Kompost bei der Kehrichtverbrennungsanstalt am Fusse des Schafrückens (1630 m), 1915—1917, Thellung.

Die Nomenklatur dieser Art ist äusserst verwirrt, da fast alle in Frage kommenden Namen mit Homonymen belastet sind, über deren Gültigkeit bezw. Ungültigkeit schwer Klarheit zu erlangen ist. Der zumeist gebrauchte Name V. monanthos (L.) Desf. 1799 ist unanwendbar wegen der Existenz der ältern homonymen V. monanthos Retz. 1783, welch letzterer Name für V. calcarata Desf. 1799 einzutreten hat. Ob der Name V. articulata für unsere Art gebraucht werden kann oder nicht, hängt davon ab, ob man die homonymen Arten von Hornemann und Willdenow — die letztere wird allgemein = V. monanthos Desf. gesetzt — als identisch gelten lassen will oder nicht. In der Literatur scheint die Frage noch nirgends diskutiert worden zu sein. Die Originaldiagnosen der beiden Arten lauten (nach einer mir von Prof. Dr. C. Raunkiär-Kopenhagen freundlichst übermittelten Kopie) folgendermassen:

Hornemann, Enum. pl. hort. bot. Hafn. (1807), 41: *Vicia articulata* mihi — V. pedunculis unifloris longitudine foliorum, foliolis linearibus mucronatis, stipulis setaceo-palmatis, leguminibus articulatis — communicata sub nomine *Lathyri italici*. — Ganz ähnlich lautet auch die Diagnose in den gleichen Autors „Hortus reg. bot. Hafniensis" II (1815), 690, wo noch hinzugefügt wird: Hab . . . . O. D. intr. 1803.

Willdenow, Enum pl. hort. bot. Berol. II (1809), 764—65: *Vicia articulata* V. pedunculis unifloris, fructiferis folio longioribus aristatis, foliolis linearibus obtusis mucronatis. stipulis multifidis. Habitat . . . . . O. D. Stipulae cuneiformes sexfidae, laciniis longissimis setaceis. Pedunculi floriferi breves, fructiferi valde elongati folio longiores. Corollae albidae. Legumina subtrisperma glabra.

---

[1] *V. syriaca* Medikus Bot. Beob. 1783 (1784), 178! („Die Blumendecke, Blume, Staubfäden und Narbe kommen mit der *Vicia sativa* überein. Der Hauptunterschied besteht in den *Stipulis*, die hier eine hahnenkammartige Verlängerung an sich haben"), eine in der neuen Literatur fast völlig übergangene (jedoch vom Index Kewensis richtig zitierte) Spezies, dürfte in den Formenkreis der *V. sativa* (über deren spezifische Verschiedenheit Medikus selbst Zweifel äussert) gehören, keinesfalls kann sie, wie dies der Index Kewensis (mit Fragezeichen) tut, zu *V. calcarata* gezogen werden.

Die Diagnosen der beiden homonymen Arten lassen nach meiner Meinung die Annahme ihrer Identität wohl zu; allermindestens enthalten sie keine widersprechenden Angaben. Wenn Willdenow auch Hornemann nicht zitiert, so ist es doch keineswegs unmöglich, dass er Hornemanns Pflanze gekannt oder einen bereits bestehenden Gartennamen mit Beschreibung versehen hat; würde er den Namen V. articulata neu aufgestellt haben, so hätte er ihm vermutlich seinen Autornamen beigefügt oder jedenfalls in der Diagnose das Wort *articulatus* — man erfährt bei Willdenow nicht, auf was für ein Organ der Pflanze es sich bezieht — als beschreibendes Adjektiv verwendet. Sollte sich trotzdem V. articulata Hornem. als nicht identisch mit unserer Art (und als eine selbständige Spezies) erweisen, so hätte unsere Pflanze *V. multifida* Wallr. zu heissen, da Ervum stipulaceum ein totgeborener Name ist.

Lathyrus Aphaca L. (Medit.; M.-Eur. eingebürgert). — Eine Form mit fast durchwegs 2-blütigen Blütenständen (= var. **floribundus** [Vel.] Maly?): Wiesendamm in Basel, 1915, W. Weber!; Solothurn, Böschung beim Hauptbahnhof, 1917, Dr. Dutoit!

Lathyrus Ochrus (L.) DC. (Medit.). — Malleray (Berner Jura). Wickenacker, 1912, A. Charpié! (Probst in Mitteil. Natf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 192); Güterbahnhof Wolf in Basel, 1917, Aellen!; Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, Schnyder!

Lathyrus Clymenum L. s. ampl. (Medit.) ssp. *eu-Clymenum* Briq. Prodr. fl. corse II, 1 (1913), 400. — Güterbahnhof Zürich, 1913/4, 1916, und Kiesgrube Hardau in Zürich 4, 1916, Thellung.

— — ssp. *articulatus* (L.) Briq.: Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, Schnyder!; Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung; Güterbahnhöfe Wolf und St. Johann in Basel, 1917/8, Aellen!

Lathyrus angulatus L. (S.-Eur.). — Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1918, Aellen! 1919, Probst!

Lathyrus inconspicuus L. (Medit.). — Plancemont (Neuenburg): Herb. Lerch nach Wirth Flora des Traverstales (1914), 109 in Beih. Bot. Centralbl. XXXII, Abt. II; Güterbahnhof St. Johann in Basel, 1917, Aellen!

Lathyrus annuus L. (Medit.). — Solothurn, Malzfabrik, 1915, 1919, Probst!; Käferfeld bei Bern, 1916, R. Streun! (E. Fischer in Mitteil. Naturf. Ges. Bern 1919, sep. 7).

Lathyrus hierosolymitanus Boiss. (SW.-As., Aegypt.) var. *grandiflorus* Boiss. — Malleray (Berner Jura), in einem Wickenacker (mit L. Cicera, Vicia peregrina, narbonensis, serratifolia, Ervilia, dasycarpa, pannonica, hybrida, lutea, Trigonella Fœnum graecum, Bifora radians etc.), 1912, A. Charpié! (Probst in Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 192).

Lathyrus odoratus L. (Zierpfl. aus S.-Ital.). — Verwildert an der Buchenstrasse in Basel, sowie bei Bottmingen, 1914: Aellen u. Weber (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 212).

Pisum sativum L. ssp. ***elatius*** (M. Bieb.) A. et G. (Medit.; Wildform der Art). — Felsig-buschige Orte unterhalb Mayen à Loton bei Fully (Wallis), 880 m, V. 1912 in Menge, Ph. Farquet! (nach H. Jaccard in Bull. Murith. XXXVII, 1911/12 [1912], 166); findet sich in der var. ***biflorum*** (Rafin.) A. et G. im Wallis bei Fully und Saillon (auch l. *albiflorum* Beck) noch heute in Kultur, die Vorkommnisse von Mayen à Loton und Tassonnières ob Fully sind daher wohl Kulturrelikte (H. Gams in Ber. Schweiz. Bot. Ges. XXIV/XXV [1916], 212/3).

Glycine hispida (Mönch) Maxim. (Soia hispida Mönch; Kulturpfl. aus O.-As.). — Zwischen Morcote und Melide (Tessin) als Gartenflüchtling, 1914, Gams!

****Pueraria Thunbergiana*** (Sieb. et Zucc.) Bentham (P. hirsuta [Thunb. 1794 sub Dolicho] C. K. Schneider 1907, A. et G. — non Kurz 1873]; Japan). — Magliaso bei Lugano, in Menge verwildert (bezw. als Kulturrelikt?), 1918/9, A. Voigt-Dresden!

Geranium Endressii J. Gay (Zierpfl. aus den Pyrenäen). — Unterhalb Gryon (Waadt), bei 1110 m aus einem Garten verwildert, 1908, Knetsch!

Monsonia biflora DC. (Trop.- u. S.-Afr.; adv. Deutschl., Engl.!). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!

Erodium cicutarium (L.) L'Hérit. ex Aiton (Eur., W.-As., N.-Afr. und durch Verschleppung fast kosmop.) var. **maculatum** (Salzm.) Ball (= var. primulaceum [Welw.] Brumh. = var. stellatum [Delile] Graebner; besonders Medit. und Am.). — Güterbahnhof Zürich, mit E. cicutarium, romanum, moschatum und malacoides, 1917, Thellung.

— — *ssp. ***romanum*** (Burm. f.) Briq. ap. Knuth in Englers Pflanzenreich IV, 129 [Geraniac.] (1912), 281 (E. romanum L'Hérit. ex Aiton; Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

Erodium bipinnatum (Cav.) Willd. (SW.-Eur., westl. N.-Afr., Sard., Cors., im östl. Medit.-Gebiet wohl nur advent.). — Güterbahnhof Zürich, 1 Exemplar, 1917, Thellung.

Erodium moschatum (Burm. f.) L'Hérit. (Medit.; adv. in Zentr.-Eur., S.-Afr., Austral., Am.) var. **cicutarioides** Delile ex Godron 1853 (= var. praecox Lange 1866; vorzugsweise südliche Form). —

Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1913, A. Schnyder! (Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. 1913 [1914], 164); Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1916/7, Probst!, 1917, Dr. Dutoit.

***Erodium cygnorum** Nees (E. litoreum [det. Brumhard] Thell. in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LII [1907], 456; Ascherson et Graebner Synopsis VII, 76 [1913] ex p. [quoad loc. Langendorf]; Scheuermann! in 4./5. Jahresber. Niedersächs. Bot. Ver. Hannover 1911/12 [1913], 80 [det. Thellung] et l. c. 6., 7. et 8. Jahresber. 1915 [1918], 75 — non Leman; Austral.; adv. [Wolle] Engl.!, Deutschl.!). — Tuchfabrik Langendorf bei Solothurn, 1906, 1919, und Kompost der Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1908—19, Probst! (vergl. Mitteil. Naturf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 193). Die Pflanze wurde von mir früher (l. c.) auf Grund der Bestimmung durch Dr. Brumhard irrtümlich als E. litoreum Leman publiziert, und diese Angabe ging auch in Ascherson u. Graebners Synopsis über (ebenso bestimmte ich — konsequenterweise — die Adventivpflanze von Hannover fälschlich als E. litoreum). Das echte E. litoreum ist aus der Adventivflora der Schweiz zu streichen.

Erodium malacoides (L.) L'Hérit. «n. 22» ex Aiton Hort. Kew. ed. 1, II (1789), 415 (excl. var. β)! (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1916/9, ziemlich zahlreich, Thellung; Solothurn: Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1918, Probst!

Erodium Botrys (Cav.) Bertol. (Medit.; adv. N.- u. S.-Am.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, auf Kompost von australischer (!?) Schafwolle, 1912, 1917, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 193); Tuchfabrik Spinnler in Liestal (Basel-Land), 1917, Aellen!

***Erodium** cf. **texanum** A. Gray (südliches pazif. N.-Am.). — Eine dieser Art nahestehende Pflanze: Derendingen bei Solothurn Kompost der Kammgarnfabrik (australische Schafwolle), 1913, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914]; 193). Die Pflanze gehört sicher in die Gruppe *Guttata* Brumh. und zwar wegen der einjährigen Wurzel am nächsten zu *E. texanum.*

Oxalis corniculata L. (in wärmeren und gemässigten Zonen weit verbreitet) var. *atropurpurea* Van Houtte (= var. purpurea Parl, = var. tropaeoloides Hort.; Zierpfl.). — Verwildert in kiesigen Gartenwegen in Pfyn (Thurgau), 1917, Thellung; Spek bei Staad und Buchen (St. Gallen), an Gartenmauern: W. Koch, in Gaissau (Vorarlberg) zwischen Pflastersteinen eingebürgert: Murr in 58. Jahresber. Staatsgymn. Feldkirch (1913), 18.

Oxalis Deppei Lodd. (O. esculenta Dietr.; O. tetraphylla Link et Otto non Cav.; Gartenpfl. aus Mexico). — Grenchen (Solothurn), verschleppt auf Schutt, 1907: Lüscher nach Probst in Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, VII. Ber. [1914], 193).

Oxalis floribunda Link et Otto (O. Martiana Steudel Nomencl. ed. 2, II [1841], 240 ex p., item Walpers Rep. I [1842], 481, Hooker Bot. Mag. sub t. 3938 [1842], Progel in Mart. Fl. Brasil. XII, 2, 486 [1877]; Thellung in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LII [1907], 456? et Fl. adv. Montpell. [1912], 360 ex loc.! [cf. Graebner in A. et G. Syn. VI, 145,147 (1914)] — non Zucc.; Zierpfl. aus Brasil.). — Birsufer zwischen St. Jakob und „Neue Welt" bei Basel, 1908, P. Vosseler! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 213); verwildert in Birsfelden (Basel-Land), 1914, Aellen u. Weber! Zu der gleichen Art, die von vielen Schriftstellern fälschlich mit O. Martiana Zucc. (gleichfalls Zierpfl. aus Brasil.) vereinigt wurde (vergl. Urban in Jahrb. Bot. Gart. u. Mus. Berlin III [1884], 243 und Graebner l. c. 1914), gehört wohl auch die von mir früher (l. c. 1907) als O. Martiana publizierte Pflanze von Bern, deren genaue Bestimmung jedoch unmöglich ist, da dem betreffenden Exemplar die für die Unterscheidung der beiden fraglichen Arten vor allem wichtige Grundachse (Zwiebel bezw. Knolle) fehlt.

Linum usitatissimum L. ssp. *angustifolium* (Hudson) Thell. Fl. adv Montpell. (1912), 361 (mediterrane Wildform des Leins). — Güterbahnhof Zürich, 1914, 1916/7, Thellung.

Citrus Limonum Risso (C. Medica β Limon L.; Zitrone, bekannte Kulturpfl. aus Abess. u. S.-Himal.). — Keimpflanzen aus weggeworfenen Früchten oder Samen finden sich hie und da auf Schutt und Kompost: Kiesgrube Hardau in Zürich, 1904, Thellung (= C. Aurantium Naeg. et Thell. Ruderal- und Adventivfl. Kt. Zürich, 55 in Vierteljahrschr. Naturf. Ges. Zürich L [1905], 279 non L.); Güterbahnhof Zürich, 1915—17, 19, Thellung; Schutt in Birsfelden (Basel-Land), 1916, Aellen!

Citrus Aurantium L. (Orange; bekannte Kulturpflanze von unsicherer Abstammung, wohl aus dem südlichen Himalaja). — Seltener als vorige Art verwildernd: Güterbahnhof Zürich (mit C. Limonum!), 1915, Aroser Kehrichtverbrennungsanstalt, 1916, Thellung. Die Keimpflanzen sind denen von C. Limonum recht ähnlich, doch zeigen in der Regel schon die ersten auf die Kotyledonen folgenden Laubblätter die deutlich geflügelten und abgegliederten Blattstiele, auch sind die Laubblätter meist schmäler und spitzer, die Öldrüsen kleiner und weniger stark durchscheinend.

Mercurialis annua L. (Eur., SW.-As., N.-Afr.) f. **capillacea** Guépin-Birsfelden bei Basel, wohl adventiv, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 195).

Ricinus communis L. (Kulturpfl. der wärmeren Gegenden; Urheimat unsicher). — Güterbahnhof Zürich und Vigogne-Spinnerei Pfyn (Thurgau) auf Baumwoll-Kompost, 1917, Thellung.

Euphorbia nutans Lag. (Am.; eingebürgert in S.-Eur.). — Bahnhof Biberist (Solothurn), massenhaft, 1915/8, M. Brosi! Probst! (nach Thellung in Ascherson u. Graebner Synopsis VII, 428 [1917]), R. Spiegel! (nach Schinz: Der Bot. Garten u. das Bot. Mus. d. Univ. Zürich 1914/5 [1916], 40); Bahnlinie Gerlafingen (Solothurn), 1918: Probst; Bahnhof Kreuzlingen (Thurgau), 1917, Dr. Reese!

Euphorbia maculata L. (N.-Am.). — Bahnhof Buchs (St. Gallen), vielleicht mit österreichischer Gefangenenpost aus Italien eingeschleppt, 1917, Schnyder!

****Euphorbia Cyparissias × virgata*** Schröter! **hybr. nov.** in 13. Ber. Zürch. bot. Ges. 1915—1917 (1917), 13 [nomen] (E. virgata × Cyparissias Schröter ibid. 81—90 cum descr. et Fig. 1—7). — Am rechten Limmat-Ufer unterhalb der Brücke von Dietikon (Kt. Zürich), am Damm reichlich in verschiedenen Hybridationsstufen (ausgesprochene Mittelform, supervirgata × Cyparissias und super-Cyparissias × virgata: Schröter l. c. 89), seit 1914, Baumann, Schröter, Schinz, Thellung u. A.! (Schröter l. c. 81). Zu dem Bastard gehören möglicherweise auch Exemplare vom Greifensee (Kt. Zürich) bei der Pferdeschwemme, 1891, Bosshard!, und Glattfelden (Zürich) an der Glatt, 1899, Rau! (beide nach Schröter l. c. 89); ferner sicher Pflanzen vom Ufer der Rhone bei der Brücke unterhalb Branson (Wallis) (Gams teste Schröter) und vom Ufer der Goldach bei Tübach (St. Gallen), seit 1913 in allen Zwischenstufen zwischen den Stammarten (W. Koch, testibus Schröter et Baumann); Kiesgrube in Neu-Allschwil (Basel-Land), 1919, Aellen! — [Hannover: Kanaldamm vor Seelze, mit *E. virgata*, 1918, Scheuermann!]

Euphorbia Esula L. [vera!] (fast ganz Eur., W. u. N.-As.). — Wiedikon bei Zürich, 1871, L. Secretan! (Herb. Thell.) [= E. virgata Naegeli u. Thell. Rud.- u. Adventivfl. Kt. Zürich, 56 in Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich L [1905], 280 ex p.]. Ob Flüchtling aus dem Bot. Garten? — Wohl neu für die Schweiz; die übrigen Angaben aus unserm Lande, für welche Belege vorliegen (Branson [Wallis]: Thellung in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LVI [1911], 280 et in Ber. Schweiz. Bot. Ges. XII [1913], 135; Bief d'Ependes pr. Yverdon: Moehrlen in Ber. l. c. [1913], 135) beziehen sich nach erneuter Prüfung auf *E. virgata* W. K. f. ***esulifolia*** Thellung in Ber. Schweiz. Bot. Ges. XXIV/XXV (1916), 215. Ebendahin gehört auch eine Pflanze vom Kettwiler Moos bei Ettiswil (Aargau), 1910, Lüscher! [advent. auch in Deutschl.!, Schweden! und Engl.!]

Euphorbia segetalis L. (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung; Ruchfeld (Basel-Land), auf Schutt, 1917, Aellen!

Coriaria myrtifolia L. (W.-Medit.). — Verwildert im Scheibenschachen bei Aarau: Mühlberg Gefässpfl. Aarg. („1880“ [1879]), 30; bei Brugg: Lüscher Fl. Aarg. (1918), 208.

Impatiens Roylei Walpers (I. glandulifera Royle 1839 non Arn. 1835; I. glanduligera Lindley; Zierpfl. aus dem Himalaja). — Am Untersee (Bodensee) verwildert am Bach im Espi Trieboltingen und im Ufergebüsch bei Mannenbach: E. Baumann in Archiv f. Hydrobiologie etc. VI (1911) Supplementband I, 372; auch anderwärts am Untersee leicht aus der Kultur als Bienenpflanze verwildernd: E. Baumann (briefl.); Ufer der Thur bei Feldi-Altikon (Bez. Winterthur), 1911: Prof. Dr. R. Huber (briefl.), 1919, W. Greuter! Schutt auf dem Ebnat (Schaffhausen), 1914, Kelhofer!; Wattwil (St. Gallen), auf Kompost verwildert, 1914, M. Vogt!; Emdtal bei Bern, 1916, R. Streun! — f. **albida** Hort.: Seeaufschüttung beim Belvoir Zürich 2, 1914, Thellung.

Paliurus Spina Christi Miller (P. australis Gaertner; P. aculeatus Lam.; S.-Eur., SW.-As.). — Bôle (Neuenburg), längs der Bahnlinie eingebürgert: Herb. Lerch 1872 nach H. Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 34.

Parthenocissus quinquefolia (L.) Planchon (Ampelopsis quinquefolia Michx.; Psedera quinquefolia Greene; Jungfern- oder Rosinlirebe, bekannte Zierpfl. aus N.-Am.). — Um Neuchâtel mehrfach verwildert: H. Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 30; Solothurn: Probst (briefl.).

Tilia cordata × rubra (Gartenbastard; T. rubra DC. wild in S.-Eur. und im Kaukasus). — Verwildert am Ruderbach im Wald bei St. Margrethen (St. Gallen), 1918, E. Sulger-Buel!

Abutilon Avicennae Gärtner (SO.-Eur., SW.-As., N.-Afr.). — Bahnhof

Villeneuve (Waadt), 1915: H. Jaccard; Birsfelden (Basel-Land), 1915: W. Weber nach Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 73. Zu dieser Art gehört nach dem Index Kewensis auch *Sida tiliifolia* Fischer (China oder Tibet), die von Déséglise (Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. XXII [1883], [Mém.] 103) und Höck (Beih. Bot. Centralbl. IX [1900], 324) von Genf (Châtelaine 1882) angegeben wird.

Lavatera trimestris L. (Zierpfl., Medit.). — Friedmatt bei Basel, auf Schutt verwildert, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 213); Hühnerhof Zwygart in Solothurn (wohl eingeschleppt), 1918/9, Probst!, Aellen!; Güterbahnhof Zürich (mit süditalienisch-sizilianischer Begleitflora, daher wohl eingeschleppt), 1918, Thellung.

*****Lavatera cretica*** L. (Medit.). — Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, Aellen!

Althaea rosea (L.) Cav. (Zierpfl.; Balkan und Inseln) var. *Sibthorpii* (Boiss.) Baker (A. ficifolia auct.; Moehrlen! ap. Jäggi in Ber. Deutsch. bot. Ges. X [1892], p. (132) — non Cav.; Alcea ficifolia auct.; Moehrlen! ap. Jäggi et Schröter in Ber. Schweiz. Bot. Ges. II [1892], 101, non L.; Griech., Kreta). — Adventiv bei Orbe (Waadt), ca. 1886, Moehrlen! (ll. cc. als Althaea bezw. Alcea ficifolia); Schöngrün bei Solothurn (Malzfabrik), verschleppt, 1916, Probst!

Althaea cannabina L. (S.-Eur., SW.-As.). — Güterbahnhof Zürich, 1917/9, Thellung.

Malva silvestris L. (Eur., W.-As., N.-Afr.) ssp. *mauritiana* (L. pro spec.) Thell. **comb. nov.** (= var glabra Bertol. = var. mauritiana Boiss.; Zierpfl. aus Medit.). — Ruchfeld (Basel-Land), auf Schutt, 1918, Aellen!

Malva crispa L. (Zierpflanze zweifelhafter Herkunft; vielleicht Kulturform der südostasiat. *M. verticillata* L.). — Verwildert: Klein-Hüningen bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 213); Kompost in Neudorf (Elsass), 1918: Aellen; Bellach bei Solothurn, 1912: Probst in Mitteil. Naturf.-Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. (1914), 195; Langendorf, 1918: Probst; Sihldamm zwischen Leimbach und Adliswil (Zürich), 1900, E. Landolt!; Bahnhof Buchs (St. G.), beständig: Schnyder in Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. 1913, (1914), 164; verwildert in Grabs, Schaan, Feldkirch, Victorsberg usw.: Murr in 58. Jahresber. Staatsgymn. Feldkirch (1913), 19.

Malva nicaeensis All. (Medit.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915/6/9, Probst! [Neu für die Schweiz, da die frühere Angabe aus dem Tessin sich als irrig erwiesen hat; vergl. Thellung in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LVI (1911), 281 Fussn.].

Malva pusilla With. (M. borealis Wallm.; N.-Eur., W.- u. N.-As.). — Michelfelden, Wiesendamm und St. Jakob bei Basel, 1914/5, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 213); Ruchfeld (Basel-Land), 1918: Aellen; Fribourg: Pérolles, Moulin Grand, 1917, F. Jaquet!

Malva parviflora L. (Medit., W.-As.). — St. Johannbahnhof in Basel und Ruchfeld (Basel-Land), 1917/8, Aellen!; Kammgarnfabrik Derendingen (Solothurn), 1916, Probst!; Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung.— Var. **microcarpa** (Pers.) Loscos (= var. cristata Boiss.? [ex syn. Desf., nec ex descr.!]): Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915/6, Aellen!, 1918, Probst!; Güterbahnhof Zürich neben dem Typus, zahlreich, 1916/7, Thellung.

***Malvastrum coromandelianum** (L.) Garcke (M. tricuspidatum [Aiton] A. Gray; trop. Am., eingebürgert in Nubien, trop. As. u. Austral.). — Vigogne-Spinnerei Pfyn (Thurgau), auf Baumwoll-Kompost, 1917, Thellung.

***Hibiscus syriacus** L. (häufige Zierpfl., wohl aus Indien u. O.-As.). — In Tessin verwildert, z. B. bei Ascona: Franzoni, Le Piante fanerog. Svizz. insubr. (1888—90), 55.

Hibiscus Trionum L. (Spanien [eingebürgert]; SO.-Eur., SW.-As.; gelegentlich wohl auch Zierpflanze). — Wollishofen bei Zürich auf Schutt, 1909, Branger!; Solothurn, Kartoffelfeld beim Hühnerhof Latscha, 1916, Probst!; Basel: Wiesendamm (W. Weber), Neu-Allschwil (Aellen), Bottmingen (Heinis): Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 213; Bahnhof Rorschach, 1914: W. Koch.

***Hypericum hircinum** L. (*Androsaemum hircinum* Spach; Zierpfl. aus d. östl. S.-Eur. u. SW.-As., verwildert in S.-Frankr.). — Auw (Aargau) seit 1890 verwildert: Lüscher Fl. Aarg. (1918), 26.

Tamarix gallica L. (W.-Medit. bis Dalmat.). — Solothurner Stadtmist, 1918, Probst!

Viola cornuta L. (Span., Pyren.; angepflanzt am Salève). — Verwildert im Bach ob Wasserauen am Weg zum Seealpsee (Appenzell), 1918, A. Koller!

Lythrum meonanthum Link (L. Graefferi Ten.; Medit.). — Strassengraben bei Brioni-Orselina ob Locarno, 1917: Walo Koch.

Clarkia pulchella Pursh (Zierpfl. aus N.-Am.). — Kiesgrube Hardau in Zürich 3, 1915, Thellung.

Oenothera biennis L. (N.-Am.) var. ***parviflora*** (L.) Léveillé—Olten, Schutt beim Stauwehr, 1918, G. Brunner!

— — ssp. ***suaveolens*** (Pers.) Rouy et Camus (Oe. grandiflora L'Hérit., Solander? vix Lam.). — Runkelrübenacker bei Alchenstorf (Solothurn), 1914, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 195); Rossallmend (Solothurn) in einem Kartoffelacker, 1914: Probst l. c.; Olten, 1918/9, Probst u. Isler!; Bünzen (Aargau), 1913, P. Jacob!; Güterbahnhof Zürich, 1914, Thellung; Seeaufschüttung beim Tiefenbrunnen Zürich 8 (seit 1916), 1917, A. Schmid!; Bahnhof Tiefenbrunnen, 1918, Thellung; Felsenegg ob Wil (Rafzerfeld, Kt. Zürich), 1916, Frymann!; Kiesgrube in Pfäffikon (Kt. Schwyz), sehr reichlich, 1917, A. Schmid!; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1912, Schnyder! (Jahrbuch St. Gall. Naturw. Ges. 1913 [1914], 164 sub *Oe. biennis* f. *grandiflora*); völlig eingebürgert auf dem Felsen am Bahndurchstich in Tisis (Vorarlberg) und zahlreich am Rheindamm bei Mäder, fern von menschlichen Behausungen: Murr in 58. Jahresber. Staatsgymn. Feldkirch (1913), 20 (*Oe. grandiflora* „Lam.").

— — ssp. *muricata* (L.) Rouy et Camus: Aarau, am Gewerbekanal, 1885, L. Wehrli! (Lüscher Fl. Aarg. [1918], 61); Badische Lagerhäuser in Basel, 1917, Aellen, Binz u. Probst!; Bern: Militärrampe auf dem Wiler, 1916/8: R. Streun nach E. Fischer in Mitteil. Naturf. Ges. Bern 1919, sep. 8.

****Oenothera fruticosa*** L. (Kneiffia fruticosa Raimann; Zierpfl. aus N.-Am.). — Zoologischer Garten Basel, kultiviert und verwildert, 1912, Probst!

Oenothera laciniata Hill (Oe. sinuata L.; N.-Am.). — Wiesendamm in Basel, 1915, Aellen!, W. Weber! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 72), 1917 Aellen, Probst!; Bahnhof Langendorf (Solothurn), 1918, Probst! (forma integrifolia); Bahnhof Tiefenbrunnen bei Zürich, Ansladestelle von nordamerikanischem Getreide, 1918, Thellung; Bahnhof Rorschach, 1915, W. Koch!

****Oenothera acaulis*** Cav. (Zierpfl. aus Chile). — Hezmen bei Zofingen, 1879 oder 1880: Fischer nach Lüscher Fl. Aarg. (1918), 61.

****Hedera colchica*** C. Koch (SW.-As.). — Verwildert (bezw. als Kulturrelikt) an einem Zaun in Ouchy bei Lausanne, 1913, F. Zimmermann (Mannheim)!

Scandix Pecten Veneris L. (Medit., M.-Eur.) var. ***brevirostris** Boiss. (S. persica Mart.; S. australis Probst! Beitr. Fl. Soloth., 36 in Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 2. Heft [14. Bericht] 1902—04 [1904], 36 non L.; S. macrorrhyncha Thell. in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LII [1907], 457 — non C. A. Meyer; Kreta, Kl.-As., Syr., Kauk., Pers., Afghan., Belutsch.). — Turnschanze bei Solothurn, 1904, Probst! (früher [ll. cc.] für S. australis, dann für S. macrorrhyncha gehalten).

Torilis leptophylla (L.). Rchb. (Medit.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!

Caucalis daucoides L. (Eur., W.-As., Alger.) var. *muricata* (Bischoff) Gren. et Godron (in der Schweiz nur adv.). — Baseler Rheinhafen, 1915, Aellen! (Allg. Bot. Zeitschr. XXII [1916], 72); Bahnhof Wolf in Basel, 1916, W. Weber!; Solothurn: Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1918, Probst!

Bifora testiculata (L.) DC. (Medit.; adv. auch Engl.). — Güterbahnhof Zürich, 1918, Thellung; Bahnhof Wolf in Basel, 1918/9, Aellen!

Bupleurum lancifolium Hornem. (B. subovatum Link; B. protractum Hoffmgg. et Link; Medit.). — Solothurn: Hühnerhof Latscha (Malzfabrik), 1916/8, Probst!; Solothurner Hauptbahnhof, 1916, Probst!, Aellen!; beim Zeughaus Seewen (Schwyz), 1917, Binz!

Bupleurum Odontites L. (B. Fontanesii Guss.; Medit.). — Badische Lagerhäuser in Basel, 1917, Bahnhof St. Johann 1918, Aellen!; Güterbahnhof Zürich, 1918, Thellung.

Apium Ammi (L. ? Jacq.) Urban (Am.; auch [adv. ?] Austral., N.-Seeland). — Basel, im Rheinhafen, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 72).

Trachyspermum copticum (L.) Link 1821 (Ammi copticum L. 1767, Boiss. 1872; Bunium copticum Pers. 1805; Ptychotis coptica DC. 1828; Carum copticum C. B. Clarke in Hooker f. Fl. Brit. Ind. II, part. VI [1879], 682 [excl. syn. «*Sison Ammi*, Jacq. Hort. Vind. t. 200» !] [cf. Bentham et Hooker Gen. pl. I, 2 (1865), 891]; Bunium aromaticum L. 1771; Carum aromaticum Druce Second Suppl. Bot. Soc. & Exch. Club Brit. Isl. Rep. for 1916 [July 1917], 612 [non Salisb. 1796, quod = C. Carvi L. 1753]; Ligusticum Ajawain Fleming 1810; L. Ajouan Roxb. 1814; Ptychotis Ajowan DC. 1828; Athamanta Ajowan Wall. ex DC. 1828 pro syn. et Cat. 1829; Seseli ammoides Jacq. Hort. Vindob. I [1770], t. 52! — non L. [1753]. — Aegypt., SW.-As.; in O.-Ind. wegen der aromatischen Früchte als „Ajowan" häufig angebaut; adv. Deutschl.!, Engl.!). — Güterbahnhof Zürich, 1915, Thellung.

Ammi majus L. (Medit.) var. *glaucifolium* (L.) Desv. — Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1915, Schnyder!

Ammi Visnaga (L.) Lam. (Medit.). — Lagerhaus Giesshübel und Seeaufschüttung beim Tiefenbrunnen in Zürich, 1918, Dr. Rohrer!; Güterbahnhof Zürich, 1918, Thellung.

****Bunium creticum*** Miller 1768 [teste L. Grande in Bull. Orto Bot. Nap. IV (1914), 366] (B. ferulaceum Sibth. et Sm. 1806; B. ferulaefolium Desf. 1808; Carum ferulaefolium Boiss.; C. divaricatum C. Koch; Balkan, Kl.-As., Syr.). — Vaumarcus (Neuenburg), Bahnkörper, 1913, A. Gaille! Ob Kulturflüchtling? Die Pflanze wurde zu C. Gessners Zeiten (1560) in deutschen Gärten gezogen (K. Wein in Beih. bot. Centralbl. XXXI, Abt. II [1914], 546).

Pimpinella Anisum L. (Kulturpfl.; Or.). — Wolfbahnhof in Basel, 1916, Aellen!, W. Weber!; Badische Lagerhäuser in Basel, 1916, Aellen!, Solothurn, beim Wildbachsammler an der Bellacher Grenze, Probst.

Oenanthe pimpinelloides L. (Medit.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!, 1916: Aellen; beim Solothurner Hauptbahnhof, 1917, Dr. Dutoit!

****Heracleum Mantegazzianum*** Sommier et Levier in Nuovo Giorn. bot. Ital. N. S. II (1895), 79 (Zierpfl. aus Kaukasien). — Belvoir in Zürich 2, auf Kompost aus der nahen Stadtgärtnerei verwildert, 1912—14, Thellung.

Tordylium apulum L. (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1917/9, Thellung.

Daucus aureus Desf. (W.-Medit.; Syr., Paläst.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (bei der Malzfabrik), 1915, Probst!

****Daucus glochidiatus*** (Labill.) Fischer et Meyer (D. brachiatus Sieber; Austral., S.-Am. etc.; advent. in Frankr.!). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (austral. Schafwolle), 1914, Probst!

Primula vulgaris Hudson (P. acaulis [L.] Hill) var. **rubra** (Sibth. et Sm. sub. P. acauli) (Zierpfl. aus Thessalien, Krim, Kl.-As., Kauk., Pers.). — Guberist ob Weiningen (Zürich), verwildert, 1916, H. Gams!

Lysimachia punctata L. (L. verticillata M. Bieb.; A. de Buren in Le Rameau de Sapin III [1868], 36; O.-Eur., Kauk., Kl.-As.). — Bei Vaumarcus (Neuenburg) vom Baron A. v. Büren eingebürgert (l. c. 1868 sub. L. verticillata), hat sich bis heute erhalten: A. Gaille! in Le Rameau de Sapin 44^{e} année (1910), 35; 47^{e} année (1913), 24 et 2^{e} sér. I (1917), 7; A. Dubois ibid. 46^{e} année (1912), 41 et 47^{e} année (1913), 8; an der Aare ob Brugg, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 123).

Syringa persica L. (Zierpfl. aus Persien, doch nach C. K. Schneider auch dort nur kult., anscheinend ein Bastard von *S. vulgaris* mit einer andern Art, vermutlich mit *S. afghanica* C. K. Schneider [Afghanistan]). — Verwildert am Fuss der Festung Aarburg: Lüscher Fl. Aarg. (1918), 98.

Jasminum fruticans L. (Medit.). — Eingebürgert bei Sitten: Pannatier in Ber. Schweiz. Bot. Ges. XIII (1903), 137; Tourbillon 1915, Gams!; bei Vaumarcus (Neuenburg) seit ca. 1760 eingebürgert (A. v. Büren in Le Rameau de Sapin III [1868], 36), hat sich bis heute erhalten (A. Gaille ibid. 44^{e} année [1910], 31).

Buddleja variabilis Hemsley (Zierpfl. aus China). — Schutt an der Herdernstrasse in Zürich 4, 1916/8, Hegibachstrasse 1919, Thellung.

Convolvulus dahuricus Sims (ob = C. sepium β americanus Sims?; Tartarei, Sibir., ob auch N.-Am.?). — Gebüsch bei der katholischen Kirche Münsterlingen (Thurgau), 1912, E. Baumann!

Convolvulus tricolor L. (Zierpfl., Medit.). — St. Ludwig (Elsass) bei Basel. auf Schutt, 1914, Aellen und Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 214). — Eine kleinblütige Wildform mit schmalen, lanzettlichen, langzugespitzten Kelchzipfeln: Solothurn, bei der Malzfabrik, 1915/8, Probst!; Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 101 als f. parviflora).

****Convolvulus pentapetaloides*** L. (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

****Ipomoea lobata*** (Cerv.) Thell. **comb. nov.** (Mina lobata Cerv. ex Llavé et Lex. 1824; Peter in Engler-Prantl Nat. Pfl. fam. IV, 3^{a} [1897], 26; Quamoclit Mina Don 1838; Ipomoea Mina Voss 1896; I. versicolor Meissner 1869 sec. Ind. Kew. — Zierpflanze aus Mexico). — Verwildert bei St. Sulpice unweit Lausanne, 1913: F. Zimmermann-Mannheim (briefl.).

Pharbitis purpurea (L.) Voigt (Zierpfl. aus dem trop. Am.). — Verwildert beim neuen Zeughaus in Basel, 1914, Aellen u. Weber!

(Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 214); Schutt in Birsfelden bei Basel, 1915, P. Aellen!; Güterbahnhof Wolf in Basel und Schutt zwischen St. Jakob und „Neue Welt“ (Basel-Land), 1917, Aellen!; Zürich 4, Schutt an der Zypressenstrasse, 1917, Thellung.

Phlox Drummondii Hooker (Texas, N.-Mex., Mex.). — Schutt am Rhein unterhalb der Wiesenmündung bei Basel, 1918, A. Becherer! — f. **fimbriata** Wittmack: verwildert auf Ackerland bei der Strafanstalt Liestal (Basel-Land), 1902, Heinis!

Phlox paniculata L. (Zierpfl. aus N.-Am.). — Kiesgrube in Rorbas (Kt. Zürich), 1912, B. Blum!; Kiesgrube zwischen Samstagern und Wädenswil (Kt. Zürich), 1917, H. Lauer!; Solothurn, 1918, Probst.

Gilia tricolor Bentham (Zierpfl. aus Kaliforn.). — Acker an der Delsbergerallee in Basel, auch in der f. **alba** Hort., N. Abderhalden! (comm. Binz 1915; Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 72).

Gilia achilleifolia Bentham (Kaliforn.; in Eur. auch Zierpfl.). — Güterbahnhof Wolf in Basel, 1917, Aellen!

****Gilia multicaulis*** Bentham (G. achilleifolia Hort. non Bentham; Zierpfl. aus Kaliforn.). — Unkraut im Garten der Landwirtschaftlichen Schule in Zürich, 1916, E. Baumann!

Nemophila Menziesii Hooker et Arn. (1835) s. lat., em. A. Gray (Zierpfl. aus Kaliforn.) var. ***atomaria*** (Fischer et Meyer 1835 pro spec.) Voss: Kiesgrube Hardau in Zürich 4, 1916, H. Lauer!

Heliotropium supinum L. (Medit., S.-Afr.). — Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

****Heliotropium Bocconei*** Guss. (H. suaveolens auct. ital. an M. Bieb.?; H. europaeum γ suaveolens Fiori et Paoletti Fl. anal. Ital. II, 3 [1902], 382; Calabr., Sizil. u. kleine Inseln, Griechenland?). — Güterbahnhof Zürich, mit einer auffallend grossblütigen, aber durch die lang pfriemlich verschmälerte Narbe von H. Bocconei verschiedenen Form von H. europaeum, 1917, Thellung. Über die Verschiedenheit dieser Art (?) gegenüber dem in Macedonien und Thrazien, sowie in SW.-As. bis Persien wachsenden, echten H. suaveolens M. Bieb. gehen die Meinungen der Schrifsteller weit auseinander. Die beiden Sippen werden von Boissier (Fl. Or. IV [1879]) in zwei durch die Form des Narbenkopfes verschiedene Sektionen gestellt, und auch Béguinot (Sched. fl. Ital. exs. n. 949, in N. Giorn. bot. ital. N. S. XV [1908], 503/4) hält sie für durch das genannte

Merkmal spezifisch verschieden (H. Bocconei [Boiss. l. c. 131]: Narbe lang pfriemlich-verschmälert; H. suaveolens: Narbe nach Boissier [l. c. 131] kurz und spitz kegelförmig, nach Béguinot schildförmig). Nun finde ich aber sowohl an authentischem, von Gussone 1849 bei Catania gesammelten Material des H. Bocconei (Herb. Univ. Zürich) als auch bei den Exemplaren der Fl. ital. exs. nr. 949 und 949$^{\text{bis}}$ (von Messina und vom Aetna) den Narbenkopf kurz kegelförmig, wie bei dem echten H. suaveolens (z. B. aus Paphlagonien: P. Sintenis Iter or. 1892 n. 4980), oder selbst kürzer als bei dem unter Berufung auf Boissiers Unterscheidung als H. suaveolens ausgegebenen Exsikkatum Heldreich Herb. graec. norm. nr. 1159 (Saloniki, leg. L. Charrel 1890)! Ich kann daher die Beobachtung von Alph. de Candolle, der (Prodr. IX [1845], 535) sowohl dem H. Bocconei als dem H. suaveolens ein „stigma quam in H. Europaeo brevius conicum apice solum bilobum et velutinum“ zuschreibt, nur vollauf bestätigen. [Auch den von A. de Candolle l. c. weiter angegebenen Unterschied (H. Bocconei: Stylus et antherae H. Europaei; H. suaveolens: Stylus fere nullus. Antherae in inferiore parte tubi insertae obtusae) vermochte ich an dem mir vorliegenden Material nicht herauszufinden, es scheint sich da um Heterostylie zu handeln.] Die Aufklärung dieses auffallenden Widerspruches in den Angaben von A. de Candolle und Boissier und die endgültige Feststellung des Verhältnisses der beiden genannten Sippen muss dem erneuten Studium eines umfassenden Materials vorbehalten bleiben. Ich bezeichne die Zürcher Adventivpflanze als H. Bocconei, da sie, nach den Begleitpflanzen zu urteilen, fast zweifellos aus Sizilien oder Süditalien stammt.

Amphalodes verna Mönch (Zierpfl. aus SO.-Eur.). — Thur-Auenwald bei Bütschwil (Toggenburg), 1914, M. Vogt!

Lappula patula (Lehm.) Ascherson (Span., N.-Afr., S.-Russl., SW.-As.). — Schutt beim Zentralbahnhof in Basel, 1902, Binz!; Basel an der Verbindungsbahn beim Gellert, 1915, W. Weber!; Bahnhof Luterbach (Solothurn), mit L. echinata Gilib., 1917/8, Probst!; Maggimühle in Zürich 5, 1906, Werndli!; Bahnhof Tiefenbrunnen bei Zürich, 1918, Thellung [hier, wie auch bei Luterbach 1918, mit Lepidium densiflorum vergesellschaftet, daher vielleicht aus N.-Am. stammend (?)].

****Allocarya californica*** (Fischer et Meyer) Greene (Kaliforn., Oregon). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (australische [?!] Schafwolle), 1916, Probst!

Amsinckia* cf. *angustifolia Lehm. (Chile). — Wohlen (Aargau), in einem Hühnerhof. 1916, Dr. E. Suter!

Amsinckia cf. *intermedia* Fischer et Meyer (Benthamia[1]) intermedia G. Cl. Druce in Rep. Bot. Exch. Club Brit. Isl. for 1911, 25 et Rep. for 1915 vol. IV, part III [Apr. 1916], 278, 298; Lithospermum apulum Déséglise Fl. genev. adv. in Bull Soc. Roy. Bot. Belg. XVI [1877], 239 et XXII, 1 [1883], 110 [nach Höcks[2]) Vermutung zu A. lycopsoides Lehm.[3]) gehörig]?; Vetter! in Bull. Soc. vaud. Sc. nat. XXII, No. 95 [1885], 270 — non (L.) Vahl; A. lycopsoides Höck l. c. [1902] probab. pro maxima p. ex loc.; Naegeli u. Thellung Rud.- u. Adv.-Fl. Kt. Zürich, 63 in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich L. [1905], 287 — non Lehm. sens. strict. — Westl. N.-Am. [hier oft mit A. lycopsoides verwechselt]; adv. in den O.-Staaten der Union). — ? Genf, aux Paquis, 1874: Déséglise l. c. (1877, 1883) als Lithospermum apulum (Höck l. c. 1902 als A. lycopsoides); Orbe 1886, Moehrlen! (bei Vetter l. c. 1886 als Lithospermum apulum), 1896, Vetter!; Güterbahnhof Wolf in Basel, 1915/7, Aellen! und Weber! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 72); Birsfelden (Basel-Land), 1916, W. Weber!; Badische Lagerhäuser in Basel, 1917, Ruchfeld (Basel-Land), 1918, Aellen!; Hühnerhof Zwygart in Solothurn (Abfälle von der Malzfabrik), 1916, Probst!; Maggimühle in Zürich 1904, Thellung (l. c. 1905 als A. lycopsoides). — Die Unterscheidung der Arten der Gattung *Amsinckia* (speziell von *A. lycopsoides*, *intermedia* und Verwandten) ist sehr schwierig und die bezüglichen Angaben der nordamerikanischen Floristen widersprechen sich häufig. Nach der verdienstvollen neuen monographischen Bearbeitung der Gattung durch J. Fr. Macbride (Contrib. Gray Herb. N. S. No. XLIX [Jul. 1917], 1—6) sind zur sichern Bestimmung reife Früchte erforderlich, wie solche leider, was bereits E. H. L. Krause (Beih. Bot. Centralbl. XXXV, 2. Abtl. 1. Heft [1917], 117) mit Recht bemerkt, bei uns an den eingeschleppten Exemplaren fast nie ausgebildet werden. Auch fehlt in Macbrides Arbeit, die sich auf die nordamerikanischen Arten beschränkt, bedauerlicherweise die aus Europa mehrfach angegebene, südamerikanische *A. angustifolia* Lehm., deren Unterscheidungsmerkmale mir nicht klar geworden sind.

---

[1] *Benthamia* Lindley 1830 [non 1833, quae = *Cornus* L. 1753/4] hat zwar wie Druce (l. c. 1916) mit Recht hervorhebt, die Priorität vor *Amsinckia* Lehm. (1831), kann aber gleichwohl nicht als gültig verwendet werden, da, abgesehen davon, dass *Amsinckia* auf der Liste der „Nomina conservanda“ steht (Règles internat. éd. 1 [1906], 89; éd. 2 [1912], 97), das ältere Homonym *Benthamia* A. Rich. (1828), das meist zu *Platanthera* L. C. Rich. (1818) gezogen wird, von neueren Orchideologen (z. B. R. Schlechter in Beih. Bot. Centralbt. XXXIV, 2. Abt., H. 2 [1. XII. 1916], 300) als gültiger Gattungsname restituiert wird.

[2] Höck in Beih. Bot. Centralbl. XIII, 2 (1902), 220.

[3] Diese Art ist, wie auch in Nord-Amerika, in Europa, wenn überhaupt vorhanden, jedenfalls viel seltener als *A. intermedia*, und der Grossteil der von Höck (l. c.) gemachten Angaben aus Mittel-Europa dürfte sich auf die letztere Art (oder auf A. Menziesii) beziehen. Zu dieser rechne ich auch eine Pflanze von Hamburg, 1910, Justus Schmidt!

****Amsinckia*** cf. ***Menziesii*** (Lehm.) Nelson et Macbride (A. intermedia A. Gray Synopt. Fl. N.-Am. II part I [1886], 198 ex p., non Fischer et Meyer; cf. F. Macbride in Contrib. Gray Herb. N. S. No. XLIX [1917], 9. — Westl. N.-Am.). — Schutt im Ruchfeld (Basel-Land), 1917, Aellen! Möglicherweise gehört auch der Grossteil der unter A. intermedia aufgeführten Funde in Wirklichkeit zu A. Menziesii.

Symphytum asperum Lepechin (S. asperrimum Donn; SW.-As.). — Bahndamm bei Roveredo (Misox, Graubünden), 1916, G. Walser!; Vaumarcus (Neuenburg), wohl — vor ca. 50 Jahren — vom Baron v. Büren eingebürgert: A. Gaille in Le Rameau de Sapin 2^e sér. I (1917), 7 (vergl. auch 47 année [1913], 24); auf Schutt bei Neu-Allschwil (Basel), 1916, Heinis! (durch ganz schwach herablaufende Laubblätter etwas gegen × *S. uplandicum* neigend); mehrfach um Neuchâtel: H. Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 90. Der gleiche Autor gibt auch (l. c.) *S. tauricum* Willd. und *S. orientale* L. [vergl. Thellung in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LII (1907), 462 und Fl. adv. Montpell. (1912), 421—2] als um Neuchâtel seltener kultiviert und verwildert an.

Symphytum coeruleum Petitmengin ap. Thellung in Vierteljahrsschr. der Natf. Ges. Zürich LII (1907), 459 hat, wie C. A. M. Lindman in Bot. Notiser 1911, 71—77 nachweist, den ältern Namen ***S. uplandicum*** Nyman Syll. Fl. Europ. (1854), 80 zu führen; syn. S. patens Fries olim, non Sibth.; S. orientale Fr. et auct. suec. et dan. mult., non L. — Lindman spricht (l. c. 75) mit Bestimmtheit die Meinung aus, dass S. uplandicum einen Bastard bezw. eine Hybridenserie zwischen S. asperum Lepechin und S. officinale L. darstellt. Ich selbst bin seit 1907 durch das Studium eines reichen Materials zur gleichen Überzeugung gelangt; die verschiedenen Formen des S. uplandicum nähern sich bald mehr der einen, bald mehr der andern Stammart und sind von beiden oft schwer mit Sicherheit abzugrenzen, so dass eine vollständig gleitende Reihe von S. asperum zu S. officinale zustande kommt. Vergl. über die Nomenklatur und die systematische Stellung von S. uplandicum auch: Schinz u. Thellung in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich, LVIII (1913), 78—80 und Thellung in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. LVII, Heft 1 (1915), 78. — Neue Fundorte in der Schweiz: Kiesgrube bei Itschnach ob Küsnacht (Kt. Zürich), 1914, E. Baumann!; Anstalt Rosegg bei Solothurn, eingebürgert (Kulturrelikt) seit Jahren, 1916/7, Dr. Greppin!, comm. Probst.

Symphytum Vetteri Thellung in Vierteljahrsschr. der Natf. Ges. Zürich LII (1907), 460 ist, wie schon N. J. Kusnetzoff in Mém. Acad. St. Pétersb. 8^e sér. Cl. phys.-math. vol. XXV No. 5 (1910), 19—20 auf Grund der Diagnose richtig vermutet, eine unbedeutende Form von ***S. uliginosum*** Kerner in Oesterr. bot. Zeitschr. XIII (1863), 227—8, einer seltenen ungarischen[1]) Pflanze, die von Nyman (Consp. fl. Eur. III [1881], 509) als Kleinart neben *S. officinale* L. gestellt und von O. Kuntze (in Act. h. Petrop. X [1887], 220) als var. B. *uliginosum* zu der letztern Art gezogen wird; am richtigsten dürfte die Pflanze, deren Unterschied von *S. officinale* (fast völliges Fehlen der Behaarung ausser den Stachelchen) immerhin recht auffallend ist, als ***S. officinale*** subsp. ***uliginosum*** (Kerner) Nyman ex Schinz et Keller Fl. Schweiz ed. 3, II (1914), 278 bezeichnet werden. Dass mir die Identität der schweizerischen Adventivpflanze von Orbe mit S. uliginosum entgehen konnte, hat seinen Grund darin, dass ich s. Zt. unglücklicherweise das S. uliginosum Kerner nach einem falsch bestimmten Exsikkatum (S. „uliginosum“, Aszóol im Pester Komitat, 1879, Herb. W. Steinitz, in Herb. gen. Univ. Zürich), das ein ganz gewöhnliches S. officinale darstellt, beurteilte.

Anchusa procera Besser (SO.-Eur., SW.-As.; adv. Deutschl.! usw.). — Ependes bei Orbe, 1891, Moehrlen!; hieher gehören wohl auch Exemplare von Solothurn: Schutt an der Wiesensteinerstrasse (aus Hühnerfutter aus der Malzfabrik aufgegangen), 1913, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 200) und Hauptbahnhof, 1915, Probst! (Exemplare zur sichern Bestimmung zu jung); Goldach-Ufer bei Tübach (St. Gallen), 1913, W. Koch!

Anchusa sempervirens L. (SW.-Eur.). — Neuenburg, in einem

---

[1]) Nach C. Bucknall (Journ. of Linn. Soc. Bot. XLI No. 284 [1913], 509) kommt die Art auch in Südrussland vor.

Rasen adventiv: Sire nach Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 91.

Lycopsis orientalis L. (L. arvensis γ orientalis [et δ ovata?] O. Kuntze in Act. hort. Petrop. X, 1 [1887], 217; Span., Bulgar., S.-Russl., SW.- u. Zentr.-As.). — Fribourg: aterrissements de la Sarine aux Neigles, 1911, F. Jaquet! (Ber. Schweiz. Bot. Ges. XXI [1912], 162); Basel: Badische Lagerhäuser, 1916, P. Aellen! — Würde wohl richtiger nur als Unterart von L. arvensis bewertet, wie denn auch tatsächlich N. J. Kusnetzoff (Die Gattung Lycopsis L. — Trav. Mus. Bot. Acad. imp. Sc. St. Pétersb. VIII [1911], 83—120; russich) L. arvensis L. s. ampl. gliedert in: ssp. *occidentalis* Kusn. (l. c. 96) (= L. arvensis L. et auct. sens. strict.; W.-, S.- u. M.-Eur., Kauk.) und ssp. *orientalis* (L.) „O. Kuntze“ (l. c. 104) (Span., SO.-Eur., W.- u. M.-As.).

Nonnea pulla (L.) DC. (O.-Eur., W.-As.). — Mürren (Berner Oberland), 1640 m, aus Abfällen von Vogelfutter, 1915, W. Lüdi!

Cerinthe minor L. (Medit.) f. ***Allionei*** Fiori et Paoletti Fl. anal. Ital. II, 3 (1902), 362 (= C. maculata All. non L.; Krone aussen an den Ansatzstellen der Staubblätter mit 5 kleinen, purpurnen Flecken). — Basel: Schutt an der St. Margrethenstrasse, 1900, Baumberger! (in Herb. Binz). Früher für C. maculata L. gehalten (Binz Fl. Basel ed. 2 [1905], 263; Thellung in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LII [1907], 463 als C. minor var. maculata). Diese letztere Sippe wird von Binz (Fl. Basel ed. 3 [1911], 227) als verwildert bei Riehen (1909) angegeben; die betr. Pflanze (leg. Heitz!) ist jedoch *C. major*, so dass die echte C. maculata für die Schweiz zweifelhaft wird.

Echium plantagineum L. (Medit.) — Rheinhafen in Basel, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 72); Güterbahnhof St. Johann in Basel, 1917, Aellen!; Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1915/6, 1918, Probst!; Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, Schnyder!

* ***Verbena bracteosa*** Michx. (N.-Am.). — Verschleppt 1864 in Feldkirch (Vorarlberg), auf Baumwollablagerungsplätzen der Ganahlschen Spinnerei: J. Stocker nach W. H. Reichardt in Verh. zool.-bot. Ges. Wien XVI (1866), 830—1 und in Oester. bot. Zeitschr. XVI (1866), 227.

Verbena litoralis Humb., Bonpl. et Kunth (im wärmeren Amerika weit verbreitet) var. ***leptostachya*** Schauer (V. caracasana H. B. K.; adventiv auch in S.-Afr.!). — Wiesendamm in Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 24).

****Verbena venosa*** Gillies et Hooker (V. bonariensis var. venosa Voss; Zierpfl. aus Brasil. u. Argentin., der ebenda beheimateten *V. bonariensis* L. nahe verwandt, aber wohl doch spezifisch verschieden; vergl. Reiche Fl. Chile V [1910], 283, 284). — Verwildert in Seengen (Aargau), 1911—1914, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 122); Belvoir in Zürich 2, auf Schutt, 1912, Beger!

Clerodendron foetidum Bunge 1835; vergl. Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LII (1907), 463. Diese Art kann trotz eines ältern Homonyms ihren Namen behalten und braucht nicht in *C. Bungei* Steudel (1841) umgetauft zu werden, da *C. foetidum* D. Don (1825) in die von Bunge 1835 aufgestellte Gattung *Caryopteris* gehört, wo die Art den Namen ***C. foetida*** (D. Don) Thellung **comb. nov.** zu führen hat. (syn.: Cl. gratum Wall. 1829 = Car. grata Bentham 1876 et auct. = Vitis sexdentata Wall. 1829).

Scutellaria albida L.[1]) (S. pallida M. Bieb.; SO.-Eur., Kl.-As., Pers.). — Vaumarcus (Neuenburg), ± eingebürgert (ursprünglich — vor ca. 50 Jahren — wohl vom Baron v. Büren angepflanzt): A. Dubois in Le Rameau de Sapin 46^e année (1912), 41 et 47^e année (1913), 8; A. Gaille! ibid. (1913), 24 et 2^e sér. I (1917), 7.

Scutellaria altissima L. (SO.-Eur., Kauk.). — In Menge eingebürgert in einem Walde bei La Raisse unweit Vaumarcus (Neuenburg), ursprünglich (vor ca. 50 Jahren) wohl vom Baron v. Büren angepflanzt, 1913, A. Gaille! (Le Rameau de Sapin 2^e sér. I [1917], 7); kultiviert und ± verwildert im Garten von Herrn Simon Amstad im Rosenbergli-Stans, 1914, Lüscher!

Sideritis montana L. (Medit.). — Goldach-Ufer bei Tübach (St. Gallen), 1912, W. Koch!

Nepeta grandiflora M. Bieb. (N. Nepetella A. Gaille! in Le Rameau de Sapin 26^e année [1892], 44 – non L.; Kauk.). — La Raisse bei Vaumarcus (Neuenburg), ± eingebürgert (ursprünglich — ca. 1860—70 — wohl vom Baron A. v. Büren angepflanzt), 1912,

---

[1]) Bentham (Labiat. gen. et spec., 432 [1834] et in DC. Prodr. XII [1848], 420) und Boissier (Fl. Or. IV [1879], 689) geben als älteres Synonym von *S. albida* L. (1771): *S. cretica* Miller (1768) [non L. 1753, quae = *Teucrium lamiifolium* D'Urv. (non *T. creticum* L. 1753)]; indessen ist aus dem Text Millers in keiner Weise zu ersehen, dass die S. cretica dieses Autors von der Linnéschen verschieden ist, die Angabe «bracteis setaceis» schliesst sogar die Zugehörigkeit von Millers Pflanze zu Scutellaria albida direkt aus.

A. Gaille! (Le Rameau de Sapin 47e année [1913], 24, 2e sér. I [1917], 7; schon früher [l. c. 1892] als N. Nepetella angegeben).

Dracocephalum Moldavica L. (Gartenpfl. vom Himalaja und aus O.-Sibir.; kult. und verwildert in Eur. und Am.). — Zwischen Uerikon und Feldbach (Zürich) ausserhalb eines Gartenzaunes verwildert, 1915, Seminarist Albert Kägi! (comm. Oppliger).

Dracocephalum parviflorum Nutt. (N.-Am., Mex.). — Wiesendamm bei Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73); an der Glatt oberhalb Rheinsfelden (Zürich), 1917, J. Frymann!; Bahnhof Tiefenbrunnen bei Zürich (Ausladestelle von nordamerikanischem Getreide), 1918, Thellung.

Dracocephalum thymiflorum L. (N.- u. O.-Eur., N.-As.). — Schutt zwischen Kempttal und Töss (Kt. Zürich), 1916, Thellung.

****Cleonia lusitanica*** L. (Span., Portug., Marokko, Alger.). — Solothurn: Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1916, Probst!

****Phlomis Russelliana*** (Sims) Lag. ex Bentham 1834 (Ph. lunarifolia β Russeliana [sic] Sims Bot. Mag. t. 2542 [1825]!; Ph. viscosa Boiss. Fl. Or. ex p., non Poiret — Kl.-As., Syr.). — Vaumarcus (Neuenburg), eingebürgert (vor ca. 50 Jahren vom Baron v. Büren angepflanzt), 1913, A. Gaille! (Le Rameau de Sapin 2e sér. I [1917], 7). Boissier (l. c.) zieht die Pflanze mit ? zu Ph. viscosa Poir. (Ph. virens DC.), von der sie sich jedoch durch den krautigen (nicht holzigen) Stengel, die nicht drüsige Behaarung, die sehr reich-(± 40-) blütigen Scheinquirle, die fast gleich grossen, abweichend gestalteten Kelchzähne usw. sicherlich spezifisch unterscheidet. Nach Bornmüller in Österr. Bot. Zeitschr. XLII (1892), No. 4, 113–116, auf welche Notiz ich erst nachträglich aufmerksam geworden bin, gehört als Synonym zu Ph. Russelliana auch Ph. Samia Boiss. Fl. Or. ex p. (quoad loc. As. min.) et collector. nonnull. (non L.), und die Verbreitung der Art erstreckt sich bis nach Armenien.

Galeopsis dubia Leers var. ***varians*** (Desv.) Thellung, mit roter Krone (in der Schweiz anscheinend nur adventiv). — Brugg, unter *Lolium multiflorum* ssp. *italicum*, 1914, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 118); Wiesendamm in Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73) [könnte möglicherweise aus dem nahen Schwarzwald, wo die Pflanze urwüchsig vorkommt, stammen]; Lüterkofen, Juchenfeld (Solothurn), 1903, 1917: Probst (vielleicht nicht adventiv).

Lamium grandiflorum Pourret (L. longiflorum Ten.; S.-Eur.). — Neuchâtel: Seeufer „aux Saars" (leg. Sire), Colombier: H. Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 94.

Lamium garganicum L. (S.-Ital., Serb., Griechenland?). — Vaumarcus (Neuenburg), Überrest ehemaliger Anpflanzung (vor ca. 50 Jahren) durch den Baron v. Büren, 1914, A. Gaille! (Le Rameau de Sapin 2ᵉ sér. I [1917], 7).

****Lamium Orvala*** L. 1759 (Orvala garganica L. 1753 [non Lamium garganicum L. 1763], O. lamioides DC.; SO.-Eur.). — Einmal adventiv in Neuchâtel: Sire nach Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 95.

Leonurus sibiricus L. (Trop.). — Aarau, Fleinersche Schuttstätte jenseits der Aare, 1876, O. Buser! (Lüscher Fl. Aarg. [1918], 120).

Stachys italicus Miller (S.- u. SO.-Eur.). — Bahnhof Charrat-Fully (Wallis), 1915, Gams!; Bellach (Solothurn), Wildbachdamm, 1916, Probst!; Böschung beim Solothurner Hauptbahnhof (Abfälle von der Malzfabrik), 1917/8: Probst.

Stachys lanatus Jacq. (O.-Eur., W.-As.). — Vaumarcus (Neuenburg), ursprünglich (vor ca. 50 Jahren) wohl vom Baron v. Büren angepflanzt: A. Gaille in Le Rameau de Sapin 2ᵉ sér. I (1917), 7.

Salvia nemorosa L. (S. silvestris auct. non L.; O.-Eur., W.-As.). — Goldach-Ufer bei Tübach (St. Gallen), 1912/3, W. Koch!

Salvia virgata Jacq. (1770!), Aiton (1789) (SO.-Eur., SW.-As.). — Bahnhof Buchs (St. Gallen), in typischer Ausbildung, 1911, Schnyder!; Solothurner Malzfabrik, 1912/3 Probst!? (Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 201); Hühnergarten Zwygart bei der Malzfabrik, 1915/7, Probst!?

Salvia verticillata L. (S.- u. M.-Eur., SW.-As.). — Eine Form mit auffallend schwach behaartem Kelch (exotische Rasse?): Bahndamm bei Leopoldshöhe, 1912, A. Becherer! (Herb. Binz).

Salvia napifolia Jacq. (Griech. Ins., Kl.-As.). — Solothurner Malzfabrik, 1912/3, Probst! (Mitteil. Natf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 201).

Salvia reflexa Hornem. 1807 (S. trichostemmoides Pursh 1814; S. lanceifolia Poiret 1817; S. lanceolata Brouss. 1805, Willd. 1809 et auct. Amer., non Lam. 1791 [quae = S. nivea Thunb. 1800 (non All. 1774), spec. Afr. austr. admissa]; N.-Am., Mex.). — Basel, Schutt an der Gellertstrasse, 1914, Aellen u. Weber!

Salvia viridis L. (Medit.) var. ***Horminum*** (L.) Battand. et Trabut —

Eisengrube Altachen bei Zofingen adventiv, 1884: Lüscher Fl. Aarg. (1918), 116.

Monarda didyma L. (Zierpfl. aus N.-Am.). — An den Bahnhofmagazinen in Feldkirch verwildert: Murr in 58. Jahresber. Staatsgymn. Feldkirch (1913), 25.

Physalis peruviana L. (S.-Am.) var. *esculenta* (Salisb.) Fiori et Paoletti — Birsfelden bei Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73); Wollkompost der Tuchfabrik Spinnler in Liestal (Basel-Land), 1917, P. Aellen!

***Physalis minima** L. (Trop., auch Austral.; adv. Engl. 1917!). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, ziemlich zahlreich, 1917, Probst!, Aellen!

Capsicum annuum L. (Kulturpflanze aus S.-Am., bei uns wohl aus Abfällen von Delikatessenhandlungen stammend). — Birsfelden bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 215); Ruchfeld (Basel-Land), 1918: Aellen; Solothurner Stadtkompost, 1917, Probst!; Saxey bei Fully (Wallis), vielleicht Kulturrelikt, 1914, H. Gams!

Solanum cf. **nodiflorum** Jacq. (S. guineense [L.] Lam.; Trop. ausser Austral.). — Vigogne-Spinnerei Pfyn (Thurgau), auf Baumwollkompost, mit S. nigrum und luteum, 1917, Thellung.

***Solanum Burbankii** Bitter [ap. F. Zimmermann in Mitteil. d. „Pollichia“ Dürkheim No. 27—28, LXVIII.—LXIX. Jahrg., 1911/12 (1913), wissensch. Beih. 18 not., nomen tantum, et] in Fedde Repert. XII (1913), 83 (S. villosum [vel nigrum] × guineense Burbank; S. guineense × villosum Hort.; Murr! in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 65; kalifornische „Sonnenbeere“ oder „Wonderberry“, nach Bitter eine wohl in Kalifornien einheimische Kleinart aus der Verwandtschaft von S. nigrum, von diesem hauptsächlich durch den nur in der Mitte [nicht bis zum Grunde, noch bis zur Spitze] violetten Mittelnerv der Aussenseite der Kronlappen, durch die zur Reifezeit stark zurückgebogenen Kelchzipfel und durch die erst spät schwarzwerdenden, nicht glänzenden, sondern matten, fast bereiften Früchte verschieden [1]). — Am städtischen Schuttplatz in der Felsenau bei Feldkirch, 1915, Murr! (l. c. als S. guineense × villosum). Die mir von Prof. Dr. J. Murr freundlichst übermittelten Proben stimmen mit authentisch bestimmtem Material des S. Burbankii völlig überein; allerdings muss gesagt werden, dass auch die Abweichung von S. nigrum an Herbarmaterial nur gering ist, und dass die an der lebenden Pflanze ziemlich auffälligen Merkmale des S. Burbankii beim Trocknen teilweise schwer wahrnehmbar werden (Bitter briefl. X. 1912). Die Pflanze dürfte bei sorgfältiger Nachforschung noch anderwärts aufzufinden sein.

---

[1]) Nach Bitter soll sich *S. Burbankii* auch durch besonders lange (± 1½ mm) Filamente auszeichnen, was jedoch für die von mir gesehenen Exemplare nicht zutrifft.

Solanum Pseudocapsicum L. (Zierpflanze; trop. Am.; Madeira, Mauritius, ob autochthon?). — Basel, Schutt bei der Verbindungsbahn, 1913 (Schülerfund im Herb. Binz!); Schutt bei Birsfelden (Basel-Land): Aellen u. Weber nach Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI (1915), 215.

— — ssp. ***diflorum*** (Vell.) Hassler in Fedde Repert. spec. nov. XV, Nr. 427/433 (1918), 221 (*S. diflorum* Vell.; *S. capsicastrum* Link; Zierpfl. aus Brasil., Paraguay usw.) — Schutt zwischen St. Jakob und Neue Welt (Basel-Land), 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73 sub S. Capsicastro); Schutt in Birsfelden (Basel-Land), 1917, Aellen!

Solanum triflorum Nutt. (N.-Am.). — Basel, im Rheinhafen und St. Johann-Bahnhof, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73).

***Solanum** aff. **nitidibaccatum** Bitter (Argentin.). — Baseler Rheinhafen 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73). — Vergl. über die Arten dieses Verwandtschaftskreises: Thellung bei Junge in Allg. bot. Zeitschr. XXI (1915), 131 (1916).

***Solanum** cf. **sarachoides** Sendtner (S. Justischmidtii E. H. L. Krause; cf. Bitter in Fedde Repert. spec. nov. XI Nr. 279/285 [1912], 208 et S. Polgár in Magyar Bot. Lapok 1918 H. 1/2 [1919], 33—37. — S.-Brasil.). — Schutt in Birsfelden (Basel-Land), 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73) (jedenfalls eine südamerikanische Art aus der Verwandtschaft von S. chenopodioides Lam.; ziemlich identisch auch in Holland gefunden: Wormerveer, 1913, A. W. Kloos!).

***Solanum atropurpureum** Schrank (Zierpfl. aus Brasilien). — Schutt am Wiesendamm in Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 215).

***Solanum sodomaeum** L. (angebl. aus S.-Afr.; eingebürgert [?] in S.-Eur., N.-Afr., Mauritius u. SO.-Austral.) ± var. **Hermanni** Dunal — Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

Solanum rostratum Dunal (N.-Am.). — Rheinsäge bei Diessenhofen (Thurgau), 1911: H. Brunner in Mitteil. Thurg. Natf. Ges. Heft 21 (1915) 206; Kleinhünigen (schon 1899) und Birsfelden bei

Basel (Aellen u. Weber!), Augst 1903 (F. Wille): Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI (1915), 215; Pérolles (Fribourg), 1917: Jaquet.

Solanum heterodoxum Dunal (S. citrullifolium A. Br.; Zierpflanze aus Texas und Mexico). — Verwildert an der Wiesendammstrasse in Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 215).

Solanum sisymbriifolium Lam. (Zierpflanze aus S.-Am.). — Oetenbach-Areal in Zürich 1, 1914, G. Müller!, Thellung u. A.

Nicotiana alata Link et Otto (Zierpfl. aus Brasil.) var. *grandiflora* Comes (= N. affinis Moore). — In Bregenz (Vorarlberg) auf Schutt am See verwildert: Murr in 58. Jahresber. Staatsgymn. Feldkirch (1913), 26 (sub *N. affini*).

*×***Nicotiana Sanderae*** Hort. Sander (Gartenbastard: *N. affinis* Moore [= N. alata Lk. et Otto var. grandiflora Comes] × *Forgatiana* Hort. Sander.; beide Stammarten aus Brasilien; seit etwa 1904 häufige Zierpflanze). — Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, verwildert, 1914, Gams!

Petunia axillaris (Lam.) B. S. P. (P. nyctaginiflora Juss.; Zierpfl. aus S.-Am.). — Schutt in Birsfelden (Basel-Land), 1915, Aellen!

Petunia integrifolia (Hooker) [Hort. ex Harrison Floricult. Cab. I (1833), 144 sec. S. A. Skan in Bot. Mag. 4th ser. vol. XIV (1918), sub t. 8749 — sed mentio synonymica tantum! sec S. A. Skan in litt.[1])] Schinz et Thellung in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LX (1915), 361 (P. violacea Lindley; Zierpfl. aus S.-Am.). — Birsfelden bei Basel, verwildert, 1915, W. Weber!, 1916: Aellen; Spiez, Schutt am Seeufer, 1918, A. Becherer!; Eigensdorf ob Sins (Aargau): Lüscher Fl. Aarg. (1918), 105.

Browallia viscosa Humb., Bonpl. et Kunth (Zierpfl. aus Peru). — Schutt an der Wiesenmündung bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 215).

Verbascum phoeniceum L. (O.-Eur., W.-As.). — Silvaplana (Engadin), Schutt beim Hotel Engadinerhof, 1 Exemplar, 1911, Branger!; Wiesenufer bei Kleinhüningen (Basel), 1907, G. Imhof! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 215); Goldachufer bei

---

[1]) Nach freundlicher Mitteilung von Herrn S. A. Skan in Kew (22. IV. 1918) findet sich der Name (unter Nierembergia phoenicea) in folgendem Zusammenhang erwähnt: „It was first named Salpiglossis integrifolia, afterwards Petunia integrifolia, but is now called Nierembergia phoenicea“, was nach Art. 37 der Internationalen Regeln nicht einer rechtsgültigen Publikation entspricht.

Tübach (St. Gallen) seit 1913: W. Koch; Maroggia (Tessin): F. Jaquet.

Verbascum virgatum With. (V. blattarioides Lam.; W.-Medit., ferner [wohl verschleppt] in Ind., S.-Afr., Austral., S.-Am. etc.). — Derendingen bei Solothurn, auf Kompost der Kammgarnfabrik (australische Schafwolle), 1913, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 47; = *V. Blattaria* Probst in Ber. Schweiz. Bot. Ges. XXIII [1914], 128); Ruchfeld bei Basel, 1910: Dr. E. Suter nach Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 215.

Verbascum sinuatum L. (Medit.). — Solothurn, am Wildbach unterhalb des Sammlers, 1915/7, Probst!; Hühnerhof bei der Malzfabrik 1918: Probst; Güterbahnhof Zürich, 1918, Thellung.

* ***Verbascum galilaeum*** Boiss. (Kl.-As., Syr.; advent. ehemals im Port-Juvénal bei Montpellier). — Champ à la Fin sous Aigle, 1913, H. Jaccard!

Calceolaria scabiosifolia Sims (Zierpfl. aus den Anden von S.-Am.). — Rheinfelden (Aargau) in einem Gelbrübenacker, 1912, Schnyder!; Basel, Schutt am Rhein bei der Eisenbahnbrücke, 1918, A. Becherer!

Linaria repens (L.) Miller (S.- u. W.-Eur.) var. **tristis** (Chav.) Rouy — Güterbahnhof Zürich (hier auch der Typus der Art seit Jahrzehnten eingebürgert), 1917/8, Thellung; Güterbahnhof Weyermannshaus (Bern), 1918, mit dem Typus, F. Locher!

Linaria purpurea (L.) Miller (Span., Ital., Griechenl., Tunis). — Die echte Art! (vergl. Thellung in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LII [1907], 464/5): Zofingen, in einem Garten seit 1881 adventiv [noch 1890!], Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 107 = L. striata Lüscher! Verz. Gefässpfl. Zofingen [1886], 49 ex p. [quoad loc. Zofingen] non DC.). Nach H. Lüscher (briefl. 1910) trat die Art seit vor 1880 unkrautartig im Garten von Dr. Strähl in Zofingen auf und wurde später in den „Rebberg"-Garten von Dr. H. Fischer-Sigwart in Zofingen versetzt, wo sie jedoch nach freundlicher Mitteilung des letztern (1911) anscheinend erloschen ist.

****Linaria heterophylla*** Desf. (L. stricta Guss.; Calabr., Sicil., Tunes., Alger.). — Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

Linaria supina (L.) Chazelles (Westl. S.-Eur.). — Auf Kies beim Tramdepot Neu-Allschwil (Basel), 1914, Heinis!

Linaria chalepensis (L.) Miller (S.-Eur., SW.-As.) f. ***cleistogama*** Thell. ap. Henrard in Nederl. Kruidk. Archief 1917 (1918), 204 [cum descr. holland][1]) (corolla minima [$1^1/_2$ mm longa] albida elcalcarata semper clausa). Krone sehr klein ($1^1/_2$ mm lang), weisslich, ungespornt, stets geschlossen bleibend. Lagerhaus Giesshübel in Zürich 3, 1913, Thellung; Bahnhof Wolf in Basel, 1918, Aellen! [Ferner in Holland: Gorinchem an der Linge, 1912 (J. Th. Henrard!) und bei Rotterdam: England: Elland York, comm. Druce 1918.]

Linaria bipartita (Vent.) Willd. (Zierpflanze aus Algerien, Marokko). — Bern: Militärrampe auf dem Wiler, 1918, R. Streun! (E. Fischer in Mitteil. Natf. Ges. Bern 1919, sep. 8).

*_**Linaria maroccana**_ Hooker Bot. Mag. t. 5983! (1872) (Zierpfl. aus Marokko; syn.: L. linogrisea Voss in Vilmorins Blumengärtnerei ed. 3 [1896], 754 [ex descr. et syn. L. maroccana] — non [Brot] Hoffmg. et Link[2]); ob = L. incarnata [Vent. 1796 sub Antirrhino] Sprengel?[3])). — Neuenegg (Bern), 1912, R. Boss! comm. W. Rytz (E. Fischer in Mitteil. Natf. Ges. Bern 1919, sep. 8).

Linaria pinifolia (Poiret) Thellung in Fedde Repert. spec. nov. X, No. 18/20 (1912), 291 (*L. reticulata* Desf.; Zierpfl. aus dem westl. N.-Afr.). — Beim Bahnhof Rheinfelden verwildert, 1914, Lüscher! Fl. Aarg. (1918), 107.

Antirrhinum Orontium L. var. *grandiflorum* Chav. (Medit.). — St. Ludwig bei Basel, auf Schutt, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh.

---

[1]) Kleistogame Blüten sind in der Gattung Linaria bereits von Kuhn (nach Knuth Handb. d. Blütenbiol. II [1899], 150) beobachtet worden, doch werden keine speziellen Arten genannt. Dagegen erwähnt E H. L. Krause (Beih. bot. Centralbl. XXXV, Abt 2, H. 1 [1917], 150) eine spornlose, kleistogame Pelorie von *L. chalepensis* aus dem Hafen von Strassburg.

[2]) Die spanisch-portugiesische *L. sapphirina* (Brot. 1804 sub *Antirrhino*) Hoffmgg. et Link (= *L. linogrisea* [Brot. sub Antirrhino, 1816] Hoffmgg. et Link = L. bipartita Willk. et Lange Prodr. fl. Hisp. II, 563 [1870] — non Willd. [cf. Willk. Suppl. Prodr. (1893), 174]) steht der algerisch-marokkanischen L. bipartita (Vent. 1800 sub Antirrhino) Willd. sehr nahe und unterscheidet sich von ihr hauptsächlich durch drüsige (statt kahle) Infloreseenz und schmälere, linealische, sehr spitze, kaum merklich hautrandige Kelch- und Tragblätter (vielleicht doch besser nur als Var. von L. bipartita zu trennen); von diesen beiden Arten unterscheidet sich L. maroccana leicht durch die Ausbildung der Kronoberlippe, die bedeutend länger ist als die Unterlippe und sich mit Kronröhre und Sporn in der gleichen Richtung befindet (L. sapphirina und bipartita: Oberlippe kaum so lang wie die Unterlippe, zurückgeschlagen).

[3]) L. incarnata wird von Bentham in DC. Prodr. X (1846), 277 = L. linogrisea gesetzt; tatsächlich scheint das von Ventenat (in Lam. Encycl. IV, 1 [1795—6], 364) zu seinem Antirrhinum incarnatum zitierte Tournefortsche Synonym zu dieser Art zugehören, während die Beschreibung Ventenats («lèvre supérieure à deux divisions droites») allenfalls sich auch auf L. maroccana beziehen könnte: doch soll die Pflanze nach Ventenats Angabe aus Spanien stammen.

Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 215); Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915/6/8/9, Probst!

Collinsia bicolor Bentham (Zierpfl. aus Kaliforn., oft in „japanischem“ Sommerflor). — Gstaad bei Saanen (Berner Oberland), in einem Gemüsegarten verwildert, 1918, B. Blum!

****Paulownia tomentosa*** (Thunb.) Steudel, K. Koch (P. imperialis Sieb. et Zucc.; China, Japan [?]). — Verwildert am Quai Osterwald in Neuchâtel: H. Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 102.

Veronica peduncularis M. Bieb. (Pontus, Kaukas., Armenien). — Vaumarcus (Neuenburg), ± eingebürgert (ursprünglich — vor etwa 50 Jahren — vom Baron v. Büren angepflanzt), 1913, A. Gaille! (Le Rameau de Sapin 2^e sér. I [1917], 7). — Die nahe verwandte ****V. caucasica*** M. Bieb. (Kauk.) wird gleichfalls aus dem Neuenburger Jura angegeben: Mont-Aubert, ohne Zweifel durch den Baron v. Büren angepflanzt, 1916: H. Correvon in Le Rameau de Sapin 50^e année (1916), 47. Möglicherweise handelt es sich um die gleiche Pflanze. Die Unterschiede zwischen den beiden „Arten“ sind mir nicht klar geworden; sie scheinen sich zudem in der Kultur zu verwischen.

Melampyrum arvense L. (Eur., W.-As.). ssp. *barbatum* (W. K.) Beauverd (SO.-Eur.). — Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1915, A Schnyder! Die schon längst bekannte Adventivpflanze von Orbe (Waadt) (leg. Moehrlen!) gehört nach Beauverd (Monogr. Melampyr. in Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève vol. 38, fasc. 6 [1916], 534, 536) teils zu var. *purpureo-bracteatum* Schur, teils zu var. *eu-barbatum* f. *typicum* Beauverd; zu der letzten Form ist wohl zu ziehen das «*M. arvense*, Variété à bractées jaun.» Vetter in Bull. Soc. vaud. sc. nat. XXII, No. 95 (1886), 270.

Orobanche crenata Forskål (O. pruinosa Lapeyr.; O. speciosa DC. Medit., selten adv. in Zentr.-Eur.). — Basel: Güterbahnhof Wolf auf Vicia angustifolia, 1918, Aellen!

****Sesamum indicum*** L. (incl. S. orientale L.; als Ölpflanze in den Tropen beider Hemisphären kultiviert, Heimat unsicher). — Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1 Exemplar, im Sept. 1911 blühend, A. Schnyder! (Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. 1913 [1914], 165).

****Proboscidea louisianica*** (Miller) Thellung (Martynia proboscidea Gloxin; P. Jussiaei Steudel; N.-Am., ehedem verwildert bei Montpellier). — Kartoffelacker bei Kreuzlingen, 1917, K. E. Rolle!

Proboscidea lutea (Lindley) Stapf (östl. S.-Am.). — Die eigenartig gestalteten Früchte dieser Art („Gemsenhörner“, „Elefantenrüssel“) fanden sich 1914 in der Tuchfabrik zu Langendorf (Solothurn) unter aus Südamerika bezogener Schafwolle (Probst!), gerade wie ehedem in dem berühmten Port-Juvénal bei Montpellier (Cosson in Bull. Soc. bot. France VI [1859], 605; vergl. Thellung Fl. adv. Montpellier [1912], 480, 600); lebende Pflanzen 1919 bei der Kammgarnfabrik Derendingen (Solothurn), O. Wyss! (comm. Probst).

Plantago lanceolata L. (Eur., W.-As., N.-Afr. und durch Verschleppung fast kosmop.) f. ***pallidifolia*** Beger et Thellung ap. Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 73 cum. descr. lat.: Laubblätter blass gelblich grün, ziemlich dicklich-steif, gleich dem (eiförmig-zylindrischen) Blütenstand fast kahl, grösstenteils nur unterseits an den Nerven und am Rande spärlich bewimpert. Die Pflanze ist durch die Farbe der Laubblätter sehr auffällig und nähert sich etwas der *P. glauca* C. A. Meyer; bei letzterer Art sind jedoch die Laubblätter bläulichgrün, und die Behaarung der ganzen Pflanze ist noch geringer bis 0. — Güterbahnhof Zürich, 1913, H. Beger!, Thellung; Wiesendamm in Basel, 1915, W. Weber! — Var. ***lanuginosa*** Bast. (südliche Form): Birsfelden (Basel-Land), 1915, Aellen! (in angenäherter Form). — Var. *maritima* Gren et Godron (P. mediterranea A. Kerner; Medit.): St. Johannbahnhof in Basel, Ruchfeld, Birsfelden und St. Jakob-Neue Welt (Basel-Land), 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73); Wiesendamm bei Basel, 1915, W. Weber!; Güterbahnhof Wolf in Basel, 1916/8, Aellen!; Bellach (Solothurn), in Luzerne (in angenäherter Form), 1903, und Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst! Hühnerhof bei der Solothurner Malzfabrik, 1915, Aellen!, Rietheim (Aargau) unter Luzerne, 1915, Lüscher! (vergl. Fl. Aargau [1918], 125, wo auch Hausen, Erlinsbach und Brugg als Fundorte genannt werden); St. Moritz, bei Villa Speluna auf Schutt, 1916, Branger!

Plantago Lagopus L. (Medit.). — Solothurn, Hühnergarten bei der Malzfabrik, sehr zahlreich, 1915/6, Probst!, Aellen!; Badische Lagerhäuser in Basel, 1916, Bahnhof St. Johann, 1918, Aellen!; Getreidelagerhäuser in Romanshorn (Thurgau), 1917: Aellen!

****Plantago Loeflingii*** L. (Kanar., Span., N.-Afr., SW.-As.). — Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915/6, Aellen!, 1916 Probst!

****Plantago cretica*** L. (Kreta, Kl.-As. und Inseln, Syr.). — Solothurn, Hühnerhof Zwygart, 1915, Probst!

Plantago Coronopus L. (Medit., W.-Eur., W.- u. Zentr.-As.). — Solothurn, Hühnergärten bei der Malzfabrik, 1915/18, Probst!, Aellen!; Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus spanischer (?) Schafwolle, 1916, Probst! — Var. ***pusilla*** Moris (= P. Weldenii Rchb.; vorzugsweise mediterrane Abart) Birsfelden bei Basel, auf Schutt, 1916, W. Weber!

Plantago maritima L. (Eur. [fast nur extramedit.], N.-Am.). — Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1918, Schnyder!

****Plantago virginica*** L. (Am.). — Wiesendamm in Basel, 1915, P. Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73).

****Plantago*** cf. ***Myosuros*** Lam. (östl. S.-Am.). — Basel: Rheinhafen, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73).

Plantago aristata Michx. (P. patagonica var. aristata A. Gray; N.-Am.). — Wiesendamm bei Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73).

****Plantago Purshii*** R. et Sch. (P. patagonica var. gnaphalioidos [Nutt.] A. Gray; N.-Am., Mex.; 1918 auch in Holland [!] gefunden). — Wiesendamm in Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73 als patagonica var. gnaphalioides); Kiesgrube Hardau in Zürich, 1916, Thellung.

Plantago Psyllium L. (Medit.). — Zürich am Bahnhofplatz, 1871, Eggler!; Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1915/6, Probst!, Aellen! [Die Angabe von Schöngrün bei Solothurn, 1910/12 (Probst in Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII Ber. [1914], 204) bezieht sich nach Probst (briefl.) auf *P. indica* L.; dagegen ist die frühere P. arenaria Probst in Mitteil. Soloth. 2. Heft, XIV. Ber. (1904), 36 (Turnschanze, 1904) = *P. Psyllium* L., vergl. Mitteil. Soloth. (1914), 204 und Ber. Schweiz. Bot. Ges. XXIV/XXV (1916), 235.] Badische Lagerhäuser in Basel, 1917, Aellen!; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1918, Schnyder!

Sherardia arvensis L. var. **maritima** Griseb. (W.-Eur., Medit.; in der Schweiz anscheinend nur adventiv). — Zürich, Schutt beim Hardplatz, 1902, Thellung. Vergl. über diese und andere Abänderungen der S. arvensis: Ascherson in Ber. Deutsch. bot. Ges. XI (1893), 29; Aznavour in Mag. Bot. Lapok XII (1913), 166—171.

Asperula orientalis Boiss. et Hohenacker (*A. azurea* Jaub. et Spach; Zierpfl. aus Syr., Armen., Kauk.). — Im Aargau selten aus Sommerflor verwildert: Lüscher Fl. Aarg. (1918), 74.

Galium tenuissimum M. Bieb. (SO.-Eur., SW.-As.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!

Symphoricarpus racemosus Michx. (bekannter Zierstrauch aus N.-Am.). — Solothurn, verwildert. 1916: Probst briefl.; um Neuchâtel mehrfach: H. Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 62; verwildert am Tunneleingang der Bodensee-Toggenburgbahn bei St. Fiden (St. Gallen), 1915, E. Sulger-Buel!

***Lonicera sempervirens** L. (Zierpfl. aus N.-Am.). — Verwildert in Dottikon (Aargau), noch 1892: Lüscher Fl. Aarg. (1918), 73.

***Lonicera japonica** Thunb. (Zierpfl. aus China, Japan). — Verwildert bei Villa Trevano, Val Capriasca (Ceresio, Tessin), 1896, Knetsch!; Gandria bei Lugano, kultiviert und verwildert, 1914, Schinz, Thellung.

Lonicera tatarica L. (Süd-Russland bis Mittel-Asien, altbekannter Zierstrauch). — Verwildert am untern Gattiker Weiher (Kt. Zürich), 1914, Gams!

Leycestera formosa Wall. (Zierpfl., heimisch vom Himalaja bis W.-China). — Lausanne, am Weg zum Signal an einem Gartenzaun verwildert (bezw. als Kulturrelikt), 1913, F. Zimmermann-Mannheim!

Knautia integrifolia (L.) Bertol. (S.-Eur., SW.-As.) var. *lyrata* (Lam.) Rouy — Güterbahnhof Zürich, 1918, Rohrer!, Thellung.

Scabiosa Columbaria L. (Eur., W.-As., N.-Afr.) var. *ochroleuca* (L.) Coulter (O.-Eur., W.-As.). — Güterbahnhof Zürich, 1916, Thellung; Bahndamm bei Altenburg (Baden, unweit Neuhausen), 1913, Kehlhofer!

***Scabiosa sicula** L. (Span., Sizil. [?], Balkan, SW.-As.). — Güterbahnhof Zürich, 1912, Jos. Braun-Blanquet!; Solothurn: Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!

Colocynthis Citrullus (L.) O. Kuntze (*Citrullus vulgaris* Schrader; S.-Afr.). — Einmal verwildert in Liestal-Frenkendorf: Heinis in Tätigkeitsber. d. Natf. Ges. Baselland 1907—11 (1911), 76.

Cucumis Melo L. (bekannte Kulturpflanze aus dem trop. As. u. Afr.). — Engstringen bei Zürich, verwildert, 1911: H. Gams; Schutt zwischen St. Jakob und „Neue Welt“ bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Exemplar mit nur ♂ Blüten, Bestimmung daher nicht völlig sicher).

Cucumis sativus L. (bekannte Kulturpfl. aus O.-Ind.). — Schutt in Birsfelden bei Basel, 1915, W. Weber!

Cucurbita Pepo L. (bekannte Kulturpflanze aus Am.?). — Schutt bei St. Ludwig (Elsass) unweit Basel, 1912 (Binz!) und bei Michelfelden, 1912 (Aellen!) (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 215), 1913 W. Weber!; Schutt in Birsfelden (Basel-Land) 1915, Aellen u. Weber!; Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!

Phyteuma nigrum Schmidt (M.-Eur.; in der Schweiz noch nicht beobachtet; ausserhalb des natürlichen Areals zuweilen durch Grassamen verschleppt) var. **coeruleum** R. Schulz: Bahnhof Wolf in Basel, 1916, 1918, Aellen!

Campanula Medium L. (Zierpfl. aus S.-Eur.). — Güterbahnhof Wolf in Basel, 1915, Aellen!; Birsfelden (Basel-Land), 1916: Aellen.

Campanula alliariifolia Willd. (C. lamiifolia M. Bieb.; Kl.-As., Kauk., Armen.). — Jussy-Pomier am Salève, Kulturrelikt: J. Favre in Annuaire du Cons. et Jard. bot. Genève 18^e et 19^e années, 1914 et 1915 (1914—16), 204 (1915) als C. lamiifolia. Vergl. Beauverd in Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. V (1905), 1194 und Thellung in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LII (1907), 465.

Campanula Erinus L. (Medit.). — Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, A. Schnyder!

***Trachelium coeruleum** L. (Zierpfl., W.-Medit.; vergl. Thellung Fl. adv. Montpell. [1912], 496). — Maggia-Delta bei Locarno, 1916, Prof. Bürger-Hannover! (comm. G. Hegi.).

Lobelia Erinus L. (Zierpfl. aus S.-Afr.). — Verwildert: Ruchfeld bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 215); Birsfelden (Basel-Land), 1915, W. Weber!; Altenburger Bahndamm bei Brugg, 1880: Horlacher (Lüscher Fl. Aarg. [1918], 95); Solothurn auf Schutt, 1915, Probst!

Ageratum Houstonianum Miller; Robinson in Proc. Am. Acad. of Arts and Sc. XLIX, No. 8 (oct. 1913), 459 (A. mexicanum Sims; A. conyzoides Thellung in Allg. bot. Zeitschr. XIII [1907], 60 non L. — Zierpfl. aus Mexiko und Zentr.-Am.; durch die von Robinson [l. c.] angegebenen Merkmale leicht von dem verwandten, oft mit A. Houstonianum verwechselten, durch die Tropen beider Hemisphären verbreiteten A. conyzoides L. zu unterscheiden). — Verwildert in Neu-Allschwil bei Basel, 1914, Aellen! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 216); Solothurn, auf Schutt zwischen den Linien der Bundesbahn und der Solothurn-Münster-Bahn, 1917 (fl. albo), Probst!

Grindelia decumbens Greene (N.-Am.; adv. auch England!). — Güterbahnhof Wolf in Basel, 1916/7, Aellen!; Bahnhof Tiefenbrunnen bei Zürich, Ausladestelle von amerikanischem Getreide, 1917, A. Schmid!, Thellung.

Solidago canadensis L. (Zierpfl. aus N.-Am.; in Eur. seltener verwildert, die grosse Mehrzahl der Angaben bezieht sich auf *S. serotina* Aiton!). — Châtillon bei Bevaix (Neuenburg), in der Nähe des Parkes, aus dem die Pflanze verwildert ist, 1912, Perrenoud! (vergl. A. Gaille in Le Rameau de Sapin 47^{me} année [1913], 24); nach H. Spinner (Mém. Univ. Neuchâtel II [1918], 68) mehrfach im Kanton Neuenburg, nach Lüscher (Fl. Aarg. [1918[, 80) im Aargau.

***Calotis hispidula** F. v. Mueller (Austral.). — Derendingen bei Solothurn, Kompost der Kammgarnfabrik (austr. Schafwolle), 1913/7, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 206). Ebenfalls seit 1913 in Schottland (Tweedside, Galashiels, leg. Miss Ida M. Hayward!) und 1914 bei Hannover (Scheuermann!) gefunden.

Boltonia asteroides (L.) L'Hérit. (Zierpfl. aus N.-Am.). — Bachufer am Küsnachter Horn (Kt. Zürich), 1907, O. Pfenninger! nach Thellung in Allg. bot. Zeitschr. XIX (1913), 101.

Callistephus chinensis (L.) Nees (Zierpfl. aus China). — Basel: Schutt an der Klybeckstrasse, 1917 (!), Rheinufer bei der Eisenbahnbrücke (leg. Aellen und Becherer) und Birsfelden (Basel-Land) 1918: Aellen; Wildbachsammler an der Solothurn-Bellach-Grenze, 1917: Probst; Neuchâtel am Seeufer: Morthier nach Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 68.

Aster[1] ***Tripolium*** L.; Thell. l. c. (1913), 108 (am Strande und an salzhaltigen Orten in Eur., W.-As., N.-Afr.) cf. var. ***pannonicus*** (Jacq.) Beck — Güterbahnhof Wolf in Basel, 1917, Aellen!

Aster novae angliae L.; Thell. l. c. (1913), 109 (Zierpfl. aus N.-Am.) var. *amplexicaulis* (Lam.) Pers.: Neudorf (Elsass) am Rheinufer, 1897, Binz! (Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 216).

Aster versicolor Willd. emend. Thell. l. c. (1913), 111 (Zierpfl., wohl sicher amerikanischen Ursprungs, wenngleich in N.-Am. nicht wildwachsend bekannt; vielmehr anscheinend erst in der Kultur in Europa aus einer amerikanischen Art durch Mutation oder aus zwei Arten durch Kreuzung [*A. laevis* × *novi belgii* oder *A. laevis* × *lanceolatus*] entstanden; in M.-Eur. mehrfach verwildert). — Strand des Neuenburgersees bei Yvonand (Waadt),

---

[1] Vergl. A. Thellung, Die in Mitteleuropa kultivierten und verwilderten Aster- und Helianthusarten nebst einem Schlüssel zur Bestimmung derselben. Allg. bot. Zeitschr. XIX (1913), 87–89, 101–112, 132–140 und separat (mit Nachträgen) im Selbstverlag des Verf.

1880, Vetter!; Meienried (Bern), Ufergebüsch des Aarekanals (seit 1902), 1913, Probst! (vergl. Mitt. Natf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 206); Wildbachsammler an der Solothurn-Bellachgrenze, 1915, Probst!; Olten im „Tannwald", 1918, G. Brunner!; Rheinufer unterhalb Hüningen (Elsass), 1913, Aellen u. Weber!, sowie Rheinufer bei Märkt (Baden), 1887, Binz! (Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 216); Bahnhof Wolf in Basel und Schutt bei Kleinhünigen, 1915, W. Weber! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73); neuer Badischer Bahnhof und zwischen St. Jakob und Neue Welt bei Basel, 1918, A. Becherer!; Bahnhof Rorschach und „Seegarten" zwischen Rorschach und der Goldach-Mündung, auf Schutt, 1914, W. Koch! Diese Funde gehören sämtlich zur var. ***platytaenius*** Thell. l. c. (1913), 111. — Var. ***ovatus*** Thell. (olim 1907 sub A. novi belgii ssp. laevigatus) l. c.: Ufergebüsch der Aare bei Büren (Bern), 1903/4, Probst! (vergl. Mitteil. l. c. 1914). — Eine dem *A. novi belgii* näher stehende Form: Mauer des Künstlergutes in Zürich, 1894, v. Tavel!; Mühlebachstrasse gegen Tiefenbrunnen bei Zürich, 1904, Kiesgrube Hardau, 1906, Seeaufschüttung beim Belvoir, 1912/5, Güterbahnhof Zürich, 1907/8, Thellung. — Übergangsform *A. novi belgii — versicolor:* Küsnacht bei Zürich, 1873, Muret!; Töss (Kt. Zürich) bei der Spinnerei Rieter, 1885, O. Hug, Siegfried! — Übergangsformen *A. versicolor → novi belgii* und *A. versicolor → lanceolatus*: Ufergebüsch der Thur bei der Brücke zwischen Pfyn und Felben (Thurgau), mit A. novi belgii ssp. laevigatus und ssp. floribundus, A. salignus und A. lanceolatus, 1917, Thellung.

Aster novi belgii L. ssp. *floribundus* (Willd.) Thell. l. c. (1913), 112 (= A. n. belgii var. minor Nees; cf. Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich LVI [1911], 285; Zierpflanze aus N.-Am.). — Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, 1910, Gams!, 1912 Thellung, Beger!; Ufergebüsch der Thur bei der Brücke zwischen Felben und Pfyn (Thurgau), 1917, Thellung.

Aster junceus Aiton; Thell. l. c. (1913), 112 (Zierpfl. aus N.-Am.). — Birsfelden bei Basel verwildert, 1914, Aellen u. Weber! [in einer nicht typischen, dem *A. ericoides* L. genäherten Form] (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 216); décombres au Gambach (Fribourg), 1915, F. Jaquet! in Mém. Soc. fribourg. Sc. nat. vol. III fasc. 4 (1917), 190 (gleichfalls nur in einer stark angenäherten Form).

Aster longifolius Lam.; Thell. l. c. (1913), 132/33 (A. eminens Willd.;

N.-Am.). — Verwildert bei Genf: bords de l'Aïre à Lancy, 1879: Déséglise in Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. XXII (1883), (Mém.) 98, 104 (sub A. eminente); Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, 1907, Thellung l. c. (in Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich LII [1907], 467 irrig als A. salicifolius Scholler publiziert), 1912 Beger!

***Aster albus** (Nutt.) Eaton et J. Wright; Thell. l. c. (1913), 134 (A. ptarmicoides [Nees] Torrey et Gray; N.-Am.). — Lugano, als Gartenflüchtling, 1912, Vinassa! nach Thell. l. c.

***Aster ericoides** L.; Thell. l. c. (1913), 135 (N.-Am.). — Verwildert im Käferfeld bei Bern, 1917, R. Streun! (comm. E. Fischer).

Aster multiflorus Aiton; Thell. l. c. (1913), 135 (N.-Am.). — Schutt bei Olten-Hammer, 1918, Probst u. Isler!

Erigeron bonariensis L. (E. crispus Pourret; E. linifolius Willd.; Conyza ambigua DC.; S.-Am., heute in den Tropen und Subtropen beider Hemisphären weit verbreitet). — Güterbahnhof Zürich, an zwei Stellen ziemlich reichlich, 1917, Thellung; St. Jakob-Neue Welt (Basel-Land), 1918, Aellen! Die schon von mehreren Autoren (vergl. Thellung Fl. adv. Montpell. [1912], 500 Fussn. 1) angenommene Identität des im Mittelmeergebiet eingebürgerten (selten auch in Zentr.-Eur. eingeschleppten) E. crispus (= linifolius = Conyza ambigua) mit dem ursprünglich südamerikanischen E. bonariensis L. wird neuerdings von F. S. Blake (Contrib. from the Gray Herb. N. S. LII [Sept. 1917], 27—28) auf Grund der Untersuchung eines reichen Herbarmaterials bestätigt.

Filago germanica L. (Eur., W.-As., N.-Afr.) ssp. ***eriocephala** (Guss.) Rouy [«forme»] (Medit.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart, 1915, Probst u. Brosi!

***Roccardia rosea** (Hooker) Voss (Helipterum roseum Bentham; Zierpfl. aus Austral.). — Gstaad bei Saanen (Berner Oberland), in einem Gemüsegarten verwildert, 1918, B. Blum!

Inula graveolens (L.) Desf. (Medit.). — Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1915, Schnyder!

Inula viscosa (L.) Aiton (Medit.) — Kiesgrube Hardau in Zürich 4, 1906, W. Werndli!; Güterbahnhof Zürich, vereinzelt unter zahlreicher *I. graveolens* [diese auch 1916 in Menge und 1918 spärlich], 1917, Thellung.

Asteriscus aquaticus (L.) Less. (Medit.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!

Silphium perfoliatum L. (N.-Am.). — Pensier (Fribourg), adventiv, 1914:

F. Jaquet in Mém. Soc. fribourg. Sc. nat. vol. III fasc. 4 (1917), 190.

Iva xanthiifolia (Fresen.) Nutt. (N.-Am.). — Wiesendamm in Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73); Fribourg, Pérolles, cour du Moulin Grand, 1917, F. Jaquet!; Birsfelden (Basel-Land), 1918, Aelllen!

Ambrosia artemisiifolia L. (N.-Am.). — Wiesendamm in Basel, 1914/5 (Aellen u. Weber!), bei Kleinhüningen schon 1899: Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI (1915), 216; Badische Lagerhäuser in Basel, Bahnhöfe von Aarau [vergl. Lüscher Fl. Aarg. (1918), 93] und Sirnach (Thurgau), 1917, Aellen!; Oftringen (Aargau), 1892 (Schülerfund! übermittelt von H. Lüscher, vergl. Fl. Aarg. l. c.); bei Zug in Kleeäckern, 1878, Hofstetter!; Pérolles (Fribourg), 1917: Jaquet.

Ambrosia trifida L. (N.-Am.). — Pérolles (Frib.), 1917: Jaquet; längs der Eisenbahnlinie bei La Raisse (Neuenburg), 1916, A. Gaille!; Wiesendamm in Basel, 1914/5 (nach Aussage des Besitzers des Landstückes schon seit Jahren), Aellen u. Weber (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 216); Rheinhafen in Basel, 1915: Binz und Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII (1916), 73; Badische Lagerhäuser und Bahnhof Wolf in Basel, sowie Tribschen-Moos bei Luzern, 1916, Getreidelagerhäuser in Aarau [vergl. Lüscher Fl. Aarg. (1918), 93], 1917: Aellen; Lagerhaus Giesshübel in Zürich 3, 1 Exemplar, 1914 und Bahnhof Tiefenbrunnen bei Zürich, Ausladestelle von nordamerikanischem Getreide, 1917/8 (± f. *integrifolia* [Mühlenb.] Torrey et Gray), Thellung; Bahnhof Bürglen und Getreidelagerhäuser in Romanshorn (Thurgau), 1917: Aellen; Güterbahnhof bei Weyermannshaus (Bern) 1918: R. Streun und A. Schwab nach E. Fischer in Mitteil. Natf. Ges. Bern 1919, sep. 9; f. *integrifolia* ferner: Güterbahnhof Wolf und Badische Lagerhäuser in Basel, Aarau [vergl. Lüscher l. c.] und Romanshorn neben dem Typus, 1917: Aelllen; Bahnhof Rheineck (St. Gallen), 1914, Sulger-Buel!

Xanthium echinatum Murray (Am.; eingebürgert in S.- u. SO.-Eur.). — Badische Lagerhäuser in Basel, 1916, Ruchfeld (Basel-Land) 1918, Aellen!; Wollkompost in Roggwil (Bern), 1917: Aellen; Wildbachsammler an der Bellach-Solothurngrenze, offenbar von der Tuchfabrik Langendorf stammend, 1917, Probst!

Xanthium spinosum L. f. **brachyacanthum** DC. — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!

Rudbeckia lacinata L. fl. pleno (neuerdings sehr beliebte Form der altbekannten nordamerikanischen Zierpflanze). — Verwildert: Kleinhüningen bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (vergl. Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 216).

Rudbeckia fulgida Aiton (Zierpfl., N.-Am.). — Ried beim Schübelweiher in Küsnacht bei Zürich, 1916, Schülerfund nach F. Oppliger!

***Rudbeckia bicolor** Nutt. (Zierpfl. aus N.-Am.). — Basel, Schutt am Rhein bei der Eisenbahnbrücke, 1918, A. Becherer!

Rudbeckia hirta L. [vera] (N.-Am.). — Wiese an der Bahnlinie Sevelen-Trübbach (St. Gallen), mit Kunstdünger eingeschleppt, massenhaft, 1911, Schnyder!; Bahndamm bei Emmetschlo zwischen Hinwil und Bäretswil (Kt. Zürich): Lehrer Alfr. Graf nach H. Kägi briefl.; Bahndämme bei Lommiswil (1909) und Oberdorf (1910, 1914) unweit Solothurn, Probst! (Mitteil. Natf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 209); Hühnergarten Zwygart in Solothurn, 1915, Probst!

***Rudbeckia columnaris** Sims (Ratibida columnaris D. Don; Lepachys columnaris Torrey et Gray; N.-Am., wohl verwilderte Zierpflanze). — Basel, Schuttplatz bei der Irrenanstalt, 1913, Aellen! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 216); Mühle bei Altstetten (Zürich), 1917, Frl. Hedwig Denzler!

Helianthus[1]) *annuus* L.; Thell. l. c. (1913), 137 (Kulturpfl., N.-Am.). — Da die bei uns als Ölpflanze kultivierte Form von der amerikanischen Wildform nicht unerheblich abweicht, erscheint die Aufstellung zweier besonderer Sippen angezeigt: α ***silvester*** Thellung (caule tenui ramoso [ramis interdum iterum ramosis] pluri-vel multicapitato, capitulis minoribus [disco 1—3 cm diam.]), die Wildform mit dünnem, ästigem Stengel (Äste oft wieder verzweigt), mehr- bis vielköpfig, Köpfe kleiner (Scheibe 1—3 cm im Durchmesser); β ***oleifer*** Thellung (caule robusto simplici vel parce ramoso, uni-vel paucicapitato, capitulis [saltem terminali] majoribus vel maximis), die offenbar auf grössere (dafür weniger zahlreiche) Köpfe gezüchtete Kulturform mit kräftigem, nicht oder wenig verästeltem Stengel und grössern bis sehr grossen Köpfen (auch bei verästeltem Stengel stets mit grossem Endkopf). Die f. *silvester* fand sich (aus Amerika eingeschleppt oder als Rückschlagsform beim Verwildern?) z. B. am Wiesendamm (1916) und bei den Badischen Lagerhäusern in Basel, 1917, Aellen!; Solothurn beim Wildbachsammler (mit der Kulturform), 1917, Probst!; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1915, A. Schnyder! Sie unterscheidet sich von dem reich- und schlaffästigen H. debilis Nutt. und dessen Bastard noch immer leicht durch die viel breiteren (eilanzettlichen), abstehend-rauhaarigen Hüllblätter.

---

[1]) Vergl. A. Thellung, Die in Mitteleuropa kultivierten und verwilderten Aster- und Helianthusarten nebst einem Schlüssel zur Bestimmung derselben. — Allg. bot. Zeitschrift XIX (1913), 87—89, 101—112, 132—140 und separat (mit Nachträgen) im Selbstverlag der Verfassers.

* **Helianthus petiolaris** Nutt. (N.-Am.; adv. auch schon in Deutschland [!] gefunden, vergl. E. H. L. Krause in Beih. Bot. Centralbl. XXXV, 2. Abt. H. 1 [1917], 86 als Coriopsis petiolaris). — Auf Schutt bei Michelfelden (Elsass), 1913, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 216); Wiesendamm in Basel (ehemaliger Hühnerhof), 1915/7, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73); Badische Lagerhäuser in Basel und Getreidelagerhäuser in Aarau [vergl. Lüscher Fl. Aarg. (1918), 81 sub «H. petiolatus Nutt.»] und Romanshorn, 1917, Aellen!

Helianthus debilis Nutt.; Thell. l. c. (1913), 137 (H. cucumerifolius Hort.; Zierpfl. aus N.-Am.). — Bahnhof Visp (Wallis), verwildert, 1900 bis 1901, F. O. Wolf! (Herb. Helv. Univ. Zürich); Mazembroz (Wallis) als Gartenflüchtling, 1914, Gams!; Neue Welt bei Basel, verwildert (1914), A. Becherer! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 216); Wiesendamm bei Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73) [hier wohl eher direkt aus N.-Am. eingeschleppt als verwilderte Zierpflanze; auch der daneben wachsende H. annuus L. gehört der Wildform an].

Helianthus rigidus (Cass.) Desf.; Thell. l. c. (1913), 137 (H. scaberrimus Ell. nec Bentham; Zierpfl. aus N.-Am.). — Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, 1912, Thellung; verwildert an der Bahnline Biel-Magglingen (Bern), 1914/5, M. Brosi! (= H. serotinus Probst! in Mitteil. d. Natf. Ges. Solothurn, 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 209 ex p. — non Tausch); Olten, Schutt im Hasli, 1918, Probst!

Helianthus giganteus L.; Thell. l. c. (1913), 138 (Zierpfl. aus N.-Am.). — Fossés de la ville de Genève près la Porte Neuve, Herb. Fauconnet 1879!, in einer etwas gegen H. Maximiliani Schrader neigenden Form (neu für die Schweiz, da die frühere Angabe von Zürich sich auf *H. serotinus* bezieht).

Helianthus serotinus Tausch; Thell. l. c. (1913), 138 (H. giganteus Thell. in Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich LII [1907], 469; Höck in Beih. Bot. Centralbl. XXII [1910], Abt. II, 410 Fussn. 3 —

non L.; Zierpflanze unsicherer Abstammung, vielleicht *H. rigidus × strumosus?*). — Kiesgrube Hardau in Zürich 4, 1906/7, Werndli!, Thellung, 1912 Beger! (vergl. Thellung l. c. 1907 und 1913); Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich II, 1912, Thellung (l. c. 1913); Schuttstelle an der Kapfgasse in Zürich 7 bei „Bergheim", 1912, Schaufelberger!; bei der Konsumbäckerei Solothurn auf Ödland 1913/4 [1917 häufig], Leuzingen (Bern) als Gartenflüchtling 1913 und Seeaufschüttung bei Biel 1913, Probst! (Mitteil. Natf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 209); Strassenrand bei Klein-Hüningen (Basel), 1917, Aellen!

Helianthus strumosus L.; Thell. l. c. (1913), 138 (N.-Am.). – Schutt auf dem Ruchfeld und in Birsfelden (Basel-Land), 1917/8, Aellen!; Olten-Trimbach, linkes Aareufer im Gebüsch, 1917, Probst!; Schutt bei Thayngen (Schaffhausen), 1914, Kelhofer!; mehrfach um Neuchâtel: H. Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 73.

— — var. *mollis* (Willd.) Torrey et Gray; Thell. l. c. 138. — Güterbahnhof Zürich seit 1913 alljährlich, Thellung; Birsfelden (Basel-Land), verwildert, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 216), 1916/7, Aellen!; Rheinhalde gegen das Grenzacher Horn bei Basel, 1918, A. Becherer!; Montagny (Bez. Yverdon, Waadt), auf Schutt, 1909, C. Wirth!

— — var. ***Willdenowianus*** Thell. l. c. (1913), 138 (H. macrophyllus Willd.; bei uns als „Helianthi" oder „Salsifis" der essbaren, spindelförmigen Knollen wegen angebaut und zuweilen verwildernd). — Schuttplatz bei Gross-Hüningen (Elsass), 1913, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 216); Langendorf bei Solothurn, Gartenauswurf, 1914, Probst! (Mitt. Natf. Ges. Solothurn, 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 209); beim Bahnhof Kempttal (Zürich), Schutt von der Maggifabrik, 1914, Thellung.

Guizotia abyssinica (L. f.) Cass. (*G. oleifera* DC.; „Ramtilla", Ölpflanze aus Abessinien, dort wie auch in Ostindien viel kultiviert; adventiv z. B. auch in Deutschland!, Holland! [vergl. Kloos in De Levende Natuur XXIII, Afl. 12 (1919), 409—411 mit Abb.] und England!). — In der Schweiz in neuerer Zeit nicht selten aus Abfällen von Vogelfutter verwildernd; vergl. die „Fortschritte der Floristik" in den Ber. der Schweiz. Bot. Ges., ferner z. B. Probst in Mitt. Naturf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. (1914), 210 und Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 216/7. Vorarlberg: einmal auf Schutt in Bregenz: Murr briefl. (1912). —

Die Art zerfällt in die beiden (ziemlich schwach geschiedenen) Abarten (Formen?): var. **sativa** (DC.) Oliver et Hiern, Laubblätter breit lanzettlich bis eiförmig-lanzettlich, dicht- und scharf gesägt, Kopfstand auch an den Ästen infolge der Verlängerung der seitlichen Kopfstiele trugdoldig; var. **angustior** (DC.) Oliver et Hiern, Laubblätter schmal lanzettlich, entfernt gezähnelt, Kopfstand an den Ästen infolge Verkürzung der seitlichen Kopfstiele mehr verlängert-traubig, Hüllblätter meist schmäler als bei der vorigen Var. Die erstere Form ist bei uns (wie wohl überall) die weitaus vorwiegende; die letztere findet sich zuweilen neben ihr, z. B. in der Kiesgrube Hardau in Zürich 4, 1911 und auf der Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, 1914 (Thellung), ferner z. B. bei Neuss am Niederrhein, 1914 (Bonte!).

Coreopsis tinctoria Nutt. (Zierpfl. aus N.-Am.). — Alter badischer Bahnhof und Neu-Allschwil bei Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 217); Schutt an der Ergolz in Liestal (Basel-Land), 1916, Heinis!; Solothurn auf Schutt, 1917, Probst!; Getreidelagerhäuser in Aarau (wohl mit Getreide eingeschleppt, nicht verwildert), 1917, Aellen! (Lüscher Fl. Aarg. [1918], 81).

Dahlia pinnata Cav. (D. variabilis [Willd.] Desf.; Zierpflanze aus Mexiko). — Belvoir in Zürich 2, auf Kompost (Gartenauswurf), 1912, Thellung, 1913, Beger!; Güterbahnhof Zürich, 1914, Thellung; Solothurn 1915/7, Lommiswil 1917: Probst.

Bidens bipinnatus L[1]) (Tropen beider Hemisphären, besonders von Amerika; eingebürgert in S.-Eur. [Frankr., N.-Ital., Tirol usw.]). — Spinnerei in Frastanz (Vorarlberg): Kaiser nach Murr in 50. Jahresber. Landesmus. Vorarlb. (1914), sep. p. 18; Fribourg: Pérolles, Moulin Grand, 1917, F. Jaquet! [Die Angabe von Biel: Schuttplatz am See, 1913: Probst in Mitteil. Naturf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. (1914), 208 — bezieht sich auf *Cosmos bipinnatus.*]

Bidens pilosus L. (Trop.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!, Aellen!

Cosmos bipinnatus Cav. (Bidens bipinnatus Probst in Mitt. Naturf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 208 — non L.; Zierpfl. aus Mexiko). — Biel, Schuttplatz am See, 1913: Probst l. c. 1914 (sub Bidente bipinnato); Solothurn, auf Schutt zwischen der

---

[1]) Vergl. über diese Art und ihre nächsten Verwandten: O. E. Schulz in Engl. Bot. Jahrb. Bd. 50 Suppl. (1914), 176–187.

Bundesbahn und der Solothurn-Münster-Bahn, 1917, „Schöngrün“ 1918, Probst!; Seeaufschüttung beim Tiefenbrunnen in Zürich 8. 1918, Rohrer!

___Galinsoga quadriradiata___ Ruiz et Pavon var. (vel subsp.) ___hispida___ (DC). Thellung in Allg. bot. Zeitschr XXI (1915), 11 (G. parviflora γ hispida DC. Prodr. V [1836], 677; G. hispida auct. nonnull. nec Bentham; G. aristulata Bicknell in Bull. Torrey Bot. Club 43 [1916], 270; G. parviflora E. Fischer! in Mitteil. Natf. Ges. Bern 1919, sep. 8, non Cav.; westl. S.-Am., adv. in den Vereinigten Staaten und in Deutschland, vergl. Thellung l. c. 12). — Bern: Schutt an der grossen Schanze, bei der Hütte eines Lumpensammlers, 1889, L. Fischer!; Unkraut im Botan. Garten, 1906, Dutoit!; im Breitenrainquartier seit 1908 alljährlich, R. Streun! (vergl. über die Berner Vorkommnisse: E. Fischer in Mitteil. Naturf. Ges. Bern 1919, sep. 8 sub G. parviflora); Zürich 3, in einem Rhabarberfeld an der Albisriederstrasse (beim Zentralfriedhof), ziemlich zahlreich, 1917/8, Thellung.

*___Hemizonia pungens___ (Hooker et Arn.) Torrey et Gray (Centromadia pungens Greene; Kaliforn.; in Europa 1903 in Holland! [vergl. Kloos in De Levende Natuur XXIII, Afl. 9 (1919), 297 bis 300 mit Abb.] und erst kürzlich auch in England! [cf. Druce in Bot. Exch. Club, Rep. for 1917, Vol. V, part. I (1918), 111] gefunden). — Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1916, 1919, Probst!, Aellen!; Wolfbahnhof in Basel, 1916. W. Weber!; Badische Lagerhäuser in Basel, 1917, Aellen!

*___Flaveria trinervia___ (Sprengel) Mohr (F. repanda Lag.; Johnston in Proc. Amer. Acad. XXXIX No. 11 [1903], 284; wärmeres Am.). — Basel, Schutt bei der Irrenanstalt, 1916, W. Weber!

___Schkuhria advena___ Thell. in Fedde Repert. Spec. nov. XI (1912), 308 (Heimat nicht sicher bekannt, vermutlich — nach den Verwandtschaftsbeziehungen — S.-Am.; adv. in S.-Afr.!, Deutschl.! Holland! u. Engl.!; vergl. Kloos in De Levende Natuur Jaarg. XXII Afl. 7 [1917], 246—49 mit Abb. S. 248). — Solothurn: Hühnerhof Zwygart (bei der Malzfabrik) und Kammgarnfabrik Derendingen, 1918, Probst! Die Pflanze steht der *Sch. isopappa* Bentham am nächsten und ist vielleicht richtiger nur als Var. oder Ssp. derselben zu bewerten.

___Tagetes patulus___ L. (Zierpfl. aus Mexiko). — Birsfelden (Basel-Land), auf Schutt, 1914/5, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI [1915], 217); Solothurn, auf Schutt verwildert, 1917, Probst!

Anthemis arvensis L. (Medit., Eur.) cf. var. **multicaulis** Janka — Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung. Die Pflanze unterscheidet sich vom Typus der Art nicht nur — sehr auffällig — durch die am Grunde niedergestreckten und wurzelnden, dicht verworren rasenbildenden Stengel, sondern auch durch stumpfere, etwas gezähnelte Spreublätter. Identisch ist vermutlich die von Probst (Mitteil. Naturf. Ges. Solothurn 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 208) vom Bahnhof Alt-Solothurn, zwischen den Schienen, 1914, angegebene „Form mit radspeichenförmig am Boden ausgebreiteten Stengeln mit aufrechten Blütenästen".

— — cf. var. **sphacelata** (Presl) Fiori et Paoletti: Güterbahnhof Zürich, 1918, Thellung. — Var. **incrassata** (Loisel.) Boiss.? (cf. f. **subincrassata** Briq.): ebenso.

Anthemis Cotula L. (Eur., W.-As., N.-Afr.) var. *latisecta* Thellung in Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich LII (1907) 469. — Solothurn, Hühnerhof bei der Malzfabrik, 1915, Aellen!; Bahnhof Langenthal, 1917, Aellen! [Adventiv auch in England!]

Anthemis Cota L. (A. Triumfetti E. Fischer! in Mitteil. Natf. Ges. Bern, 1919, sep. 8 [saltem quoad loc. Käferfeld], non DC.; Medit., adv. z. B. auch Engl.!). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915/9, Probst!, Aellen!; Mutten bei Solothurn (Abfälle von der Malzfabrik), 1916, Probst!; Zuchwil, Gärtnerei Baumann, 1916: Probst; Käferfeld bei Bern in einem Kartoffelacker, 1916, R. Streun! (E. Fischer l. c. sub A. Triumfetti); Zürich mehrfach, auch in Blumentöpfen und im Botanischen Garten als Unkraut auftretend, 1917, Thellung Arosa, Kehrichtverbrennungsanstalt am Fusse des Schafrückens (1620 m), 1917, Thellung. — Var. *latisecta* Thellung: Solothurn, mit dem Typus, 1915, Aellen!

Anthemis mixta L. (Ormenis mixta Dumort.; Medit., W.-Eur.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915/6/8, Probst!, Aellen!; Wolfbahnhof in Basel, 1916, W. Weber!; Güterbahnhof St. Johann in Basel, 1917, beim Bahnhof Luzern, 1918, Aellen!

— — var. ***aurea** (Dur.) Thell. Fl. adv. Montpell. (1912), 517 (*Ormenis aurea* Dur.; Alger., nur von Oran angegeben, findet sich aber auch im Süd-Oranais bei Beni-Ounif! [Thellung 1906; = Anacyclus radiatus (Thellung! ap.) Flahault in Bull. Soc. bot. France LIII (1906), sess. extraord. (1907), pp. CLVI, CLXV — non Loisel.]; ehedem adventiv bei Montpellier). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915/6, Probst!, Aellen!;

beim Magazin der Landwirtschaftgenossenschaft in Brugg, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 83); Disentis (Graubünden), unter fremder (algerisch-marokkanischer) Hafersaat (Avena byzantina) in Menge, 1915, Hager! (Verbreit. Holzarten [1916], 259 not.).

****Anthemis praecox*** Link (Ormenis praecox Briq. et Cavill.; A. fuscata Brot.; W.-Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1916, Thellung.

Anacyclus clavatus (Desf.) Pers. (Medit.). — Solothurn: Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1915, 1919, Probst!; ehemaliger Hühnerhof am Wiesendamm in Basel, 1917, Aellen!; Freiburg auf Schutt: F. Jaquet.

Anacyclus radiatus Loisel. (W.-Medit.). — Güterbahnhof Zürich, an zwei Stellen, 1917, Thellung.

****Anacyclus valentinus*** L. (W.-Medit.). — Solothurn, Wildbachsammler an der Bellacher-Grenze, wohl aus spanischer Wolle von der Tuchfabrik, 1915, Probst!

— — ssp. ***dissimilis** (Pomel) Thell. **comb. nov.** (A. dissimilis Pomel Nouv. Mat. fl. Atl. [1874], 53; A. prostratus Battand. et Trabut Fl. Algér. Dicot III [1890], 452 ex descr. pr. p. — non Pomel; A. valentinus Coste et Sennen! in Bull. Soc. bot. France XLI [1894], 113; Battand. et Trabut Fl. anal. syn. Algér. Tunis. [1902—1904], 181 pr. p.; Thellung Fl. adv. Montpell. [1912], 517 pr. p. [quoad loc. Castelnau! et Béziers!]; Hager! Verbreit. wildwachs. Holzarten Vorderrheintal, in Erheb. Verbreit. wildwachs. Holzarten Schweiz Lief. 3 [1916], 259 not.; Aellen! in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73 — non L.; Alger., wohl auch Marokko, hier vielleicht die typische Art ersetzend[1]). Unsere Pflanze unterscheidet sich vom Typus der Art durch etwas kleinere Köpfe mit schmäleren Hüllblättern und hauptsächlich durch die noch stärker verkümmerte Zunge der ♀ Randblüten und durch die fast aktinomorphe Krone der äusseren Scheibenblüten[2]); indessen sind diese Merkmale an manchen Exemdas Zentrum des Kopfes etwas zygomorphen Röhrenblüten, deren zwei hintere Kronzähne viel länger und schmäler sind als die vorderen und steif aufrecht stehen):

---

[1]) *A. valentinus* Hochreutiner Voy. Algér. exs. n. 398 (1901) vom Djebel Aissa (Prov. Oran) scheint mir auch zu dissimilis zu gehören.

[2]) In dieser Hinsicht stimmt unsere Pflanze sehr gut mit der Originalbeschreibung Pomels überein, während Battandier u. Trabut (l. c) diese Merkmale (wohl versehentlich) dem A. prostratus „Pomel" zuschreiben, der umgekehrt (nach der Originaldiagnose) dem A. dissimilis Blatt. et Trabut l. c. (non Pomel) entspricht, was mir Prof. Battandier (briefl.) freundlichst bestätigt. — Unter Benutzung von mir durch Herrn Prof. Battandier gütigst zur Verfügung gestellten, von Skizzen und Herbarproben begleiteten Notizen über die algerischen Sippen A. dissimilis und prostratus Pomel gelange ich zur folgender Unterscheidung und Gruppierung der Vertreter der Sect. *Diorthodon* DC. (mit fast stets heterogamen Köpfen und wenigstens gegen

1. Innere Hüllblätter an der Spitze mit einem verbreiterten, häutigen Anhängsel. Zungenblüten gelb, ± doppelt so lang als die Hülle. Öhrchen der Fruchtflügel aufrecht. — W.-Medit. **A. radiatus** Loisel.

1.* Hüllblätter ohne auffälliges, trockenhäutiges Anhängsel. Zungenblüten weiss oder verkümmert.

2. Öhrchen der Fruchtflügel (zu beiden Seiten der Krone) aufrecht. Pflanze meist stark behaart. Zungenblüten weiss, ansehnlich, selten (*β inconstans* [Pomel] Batt. et Trabut, *γ discoideus* Batt. et Trabut; beide aus Algerien beschrieben) nur vereinzelt bis O.—Medit. **A. clavatus** (Desf.) Pers.

2.* Öhrchen der Fruchtflügel spreizend (vergl. jedoch die Ssp. prostratus). Zungenblüten stets verkümmert, die Hülle nicht oder kaum überragend. — W.-Medit. **A. valentinus L. s l. (emend. Battand. et Trabut l. c. 1902—04).**

3. Scheibenblüten alle oder fast alle zygomorph, die 2 hinteren Kronzipfel viel länger und schmäler als die vorderen, ± aufrecht.

4. Kräftige, vielköpfige, stark behaarte Pflanze. Fruchtflügel auf dem Niveau des Pappussaumes gestutzt, von ihm nicht scharf abgesetzt; Pappussaum kurz gezähnt. — Westl. S.-Eur.

ssp. I **eu-valentinus** Thell (= *A. valentinus* L. sens. strict.)

4.* Pflanze niedrig, meist vom Grunde an in 1-köpfige Äste geteilt, verkahlend. Fruchtflügel mit mehr abgerundeten, etwas vorgewölbten, von dem tiefgezähnten Papussaum schärfer abgesetzten Lappen. [Nach Pomel sollten die Fruchtflügellappen „lancéolées, dressés“ sein, was jedoch nach einer von Prof. Battandier angefertigten Skizze nicht zutrifft.] — Algerien; nach Battandier (briefl.) auf den Hochplateaus verbreitet.

ssp. II **prostratus** (Pomel Nouv. Mat. fl Atl. [1874], 52 pro spec.) Thell. **comb. nov.** (= A. valentinus Cosson! App. fl. Juv. alt. [1863], 61; Battand. et Trabut Fl. anal. syn. Algér. Tunis. [1902-04], 181 pr. p.; Thellung Fl. adv. Montpell [1912], 517 pr. p. [quoad loc. Port-Juvénal!] — non L. sens strict.; A. dissimilis Battand. et Trabut Fl. Algér. Dicot. III [1890], 452 ex descr. pr. p. — non Pomel). — Verschleppt ehedem (1857) im Port-Juvénal bei Montpellier (Touchy!), sowie neuerdings im Parc-Borély in Marseille (F. Coste! vergl. «Le Monde des Plantes» 19e année [2e sér.] No. 110 [Jan. 1918], 3).

3.* Äussere Scheibenblüten (in mehreren Reihen) aktinomorph (alle Kronzipfel ± gleichgestaltet und abstehend), die inneren wie unter 3 beschrieben. Früchte ähnlich wie bei ssp. *eu-valentinus* ausgebildet, d. h. **Fruchtflügel (zuweilen etwas zerschlitzt) auf der Höhe des Pappussaumes ± abgestutzt.**

ssp. III **dissimilis** (Pomel) Thellung (vergl. oben). Eingeschleppt ehedem (1877) bei Castelnan unweit Montpellier (André!) und (1890) bei Béziers [Hérault] (Coste und Sennen!). — Die Pflanze ist im Herbarium Pomel nach Battandier (briefl.) nur durch 3 kleine, jugendliche Exemplare von Metlili (M'zab) vertreten. Pflanze stark zottig. Köpfe gross. Laubblattabschnitte letzter Ordnung dicht gedrängt, stark zottig. Diese letzteren, den Habitus der Pflanze beschlagenden Merkmale treffen für unsere schweizerischen Exemplare nicht sonderlich gut zu; da die Differenz jedoch zweifellos auf die beträchtliche Verschiedenheit des Standortes zurückgeführt werden kann — unsere Pflanze ist meist als Schattenform ausgebildet, was den höhern Wuchs, die geringere Behaarung und die **geringere Grösse der Köpfe leicht erklärt**—, so glaube ich, da die angegebenen Schlüsselmerkmale stimmen, unsere Adventivpflanze unbedenklich mit *A. dissimilis* identifizieren zu dürfen.

plaren nicht sehr scharf ausgeprägt, so dass eine spezifische Abgrenzung nicht durchführbar erscheint. — Güterbahnhof Wolf in Basel, 1915, W. Weber! (Aellen in Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73 als A. valentinus); Ruchfeld (Basel-Land), 1916, W. Weber!; Solothurn, Hühnerhof Zwygart (bei der Malzfabrik), 1915/6, Aellen!, Probst!; Disentis, unter *Avena byzantina* (wohl aus Marokko), 1915, Hager! (l. c. als A. valentinus).

****Achillea Ageratum*** L. (westl. S.-Eur.). — Bellach (Solothurn), Wildbachdamm (wohl aus spanischer Wolle von der Tuchfabrik), 1916, Probst!

****Achillea ligustica*** All. (Medit.). — St. Johannbahnhof in Basel, 1914, W. Weber!; Güterbahnhof Zürich, 1918/9, Thellung.

Achillea Ptarmica L. (Eur., As., N.-Am.) f. ***multiplex*** (DC.) Fiori et Paoletti (f. ligulosa Voss; Zierpfl.). — Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2 (Flüchtling aus der nahen Stadtgärtnerei), 1914, Thellung; Bahnhof Aarau, 1917, Aellen! (Lüscher Fl. Aarg. [1918], 82); Schutt beim Wildbachsammler an der Solothurn-Bellachgrenze: Probst.

×***Achillea nitida*** Tausch em. Heimerl in Denkschr. Akad. Wiss. Wien math.-nat. Cl. XLVIII (1884), 186 (A. alpina Hort. non L.; Gartenbastard von *A. impatiens* L. [Siebenbürgen, Sibir.] und *A. Ptarmica* L.) f. ***super-Ptarmica*** (= A. stricta Kostel. non Schleicher). — St. Johannbahnhof in Basel, 1917, Aellen!

Matricaria suaveolens (Pursh) Buchenau (M. discoidea DC.: NW.-Am., NO.-As.; in Eur. vielfach eingebürgert) f. **macrocephala** Probst et Thell. f. **nov.**, capitulis quam in forma vulgari conspicue majoribus, (exsiccatione compressis) 10—12 mm latis. Köpfe ungewöhnlich gross, gepresst 10—12 mm breit. — Solothurn: Hühnerhof Zwygart, 1916, Probst!; angenähert auch: Ruchfeld (Basel-Land), 1917, Aellen!

****Matricaria decipiens*** (Fischer et Meyer) C. Koch (Chamaemelum decipiens Boiss.; Kl.-As., Pers.; advent. auch Engl.!). — Solothurn, Hühnergarten Latscha (Malzfabrik), 1915, Probst! (det. Beauverd).

Matricaria Tchihatchewii (Boiss.) Voss (Chrysanthemum Tchihatchewii Hort.; Zierpfl. aus Kl.-As.). — Langendorf (Solothurn), als Gartenflüchtling, 1913: Probst in Mitteil. Natf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. (1914), 209.

Chrysanthemum coronarium L. (Medit.). — Schutt an der Ergolz bei Liestal (Basel-Land), 1910, Heinis!; Michelfelden bei Basel, 1913, Schülerfund im Herb. Binz! (vergl. Verh. Naturf. Ges. Basel

XXVI [1915], 217); Schutt in Birsfelden (Basel-Land), 1915, Aellen!; Hühnerhöfe bei der Solothurner Malzfabrik, 1915/8, Probst!, Aellen!; Disentis (Graubünden), unter fremder Hafersaat (Avena byzantina), 1915, Hager! (Verbr. Holzarten [1916], 259 not.).

Chrysanthemum Myconis L. (Medit.). — Güterbahnhof Zürich, 1912, J. Braun!, 1917 Thellung; Schaffhausen: Mühlental, Ödland, 1915, Aellen!; Bahnhof Wildegg (Aargau), aus Mühlenabraum, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 83); Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915/6/8, Probst!

Chrysanthemum hybridum Guss. (Ch. Myconis β hybridum Fiori et Paoletti; Calabr., Sizil. etc., Cors.?; die Angaben aus S.-Spanien, Cephalonia und Kreta [Willkomm et Lange, Nyman] sind wohl irrtümlich, die Pflanze wird von Boissier [Fl. Or.] nicht erwähnt) f. ***albidum*** (DC.) Fiori et Paoletti (= var. discolor Guss.). — Güterbahnhof Zürich, mit Ch. Myconis, coronarium und segetum, 1917, Thellung.

Chrysanthemum indicum L. (bekannte Zierpflanze aus China, Japan und O.-Ind.). — Bahnhof Brugg verwildert, 1915, Lüscher! (Fl. Aarg. [1918], 83).

Chrysanthemum serotinum L. (Ch. uliginosum [W. K.] Pers.; Zierpflanze aus Ungarn, Siebenbürgen, Serbien, verwildert in Deutschland). — Seeaufschüttung beim Belvoir in Zürich 2, 1902, O. Naegeli!, 1915 Thellung; Wildbachsammler an der Bellach-Solothurn-Grenze, 1916/7, Probst!; Schöngrün bei Solothurn, 1918, Aellen, Probst!; alter Badischer Bahnhof in Basel, 1917 (!), Birsfelden (Basel-Land) 1918: Aellen.

Chrysanthemum macrophyllum W. K. (Achillea macrophylla A. Gaille in Le Rameau de Sapin 26e année [1892], 44; Aug. Dubois! ibid. 46e année [1912], 41, 47e année [1913], 8 et 48me année [1914], 37, non L.; SO.-Eur., Kauk.). — Bois de Seyse bei Vaumarcus, auf Waadtländergebiet, 1913, A. Gaille! (vergl. Rameau de Sapin 48me année [1914], 42; 2e sér. I [1917], 7). Wird schon von Godet (Enum. végét. vasc. Cant. Neuchâtel [in Mém. Soc. Sc. nat. Neuch. II (1839)] Add. et Corr. 5) als Pyrethrum macrophyllum vom Schloss von Vaumarcus, eingebürgert durch Herrn v. Büren, angegeben. — Bern, auf Schutt, 1917, R. Boss! (E. Fischer in Mitteil. Natf. Ges. Bern 1919, sep. 8).

Artemisia annua L. (SO.-Eur., W.-As.). — Wiesendamm in Basel, 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI

[1915], 217); Neu-Allschwil (Basel-Land) und Badische Lagerhäuser in Basel, 1918: Aellen.

Artemisia biennis Willd. (A. Tournefortiana Brandes 2. Nachtr. Fl. Prov. Hannover, 37 in 50—54. Jahresber. Naturh. Ges. Hannover f. 1899—1904 [1905], 173 teste Scheuermann in litt. [cf. Scheuermann in 6., 7. u. 8. Jahresber. Niedersächs. bot. Ver. Hannover 1915 (1918), 79]; Thellung in Mitteil. Bad. Bot. Ver. No. 224 [1908], 187; auct. Holland.! [cf. Jansen in Nederl. Kruidk. Archief 1917 (1918) 22 et Kloos in De Levende Natuur XXIV, Afl. 1 (1919), 10—12 cum ic.] et collector. nonnull. — non Rchb.; N.-Am., auch N.-As. bis Himal.; mehrfach advent. in Deutschl.!! Holland! und England!). — Bahnhof Tiefenbrunnen bei Zürich, Ausladestelle von nordamerikanischem Getreide, 1917/8, je ein Exemplar, Thellung. — Die Pflanze wird in den Herbarien öfters mit der in der Tracht sehr ähnlichen, südwestasiatischen (gleichfalls bis zum Himalaja reichenden, in Deutschland [!] verwilderten) A. Tournefortiana Rchb. verwechselt. Die beiden Arten unterscheiden sich besonders durch folgende Merkmale (vergl. Hooker Fl. Brit. Ind. III, part VIII [1881], 324 und Jansen in Nederl. Kruidk. Archief 1917 [1918], 21—22): *A. biennis:* Abschnitte letzter Ordnung der Stengelblätter (und ungeteilte Hochblätter in Blütenstand) entfernt einfach eingeschnitten-gesägt; Köpfe fast kugelig oder quer breiter; Hüllblätter in ihrem grössten Teil krautig, nur schmal hautrandig; *A. Tournefortiana:* Abschnitte letzter Ordnung der Stengelblätter (und ungeteilte Hochblätter) dicht-, meist doppelt sägezähnig; Köpfe eiförmig bis länglich; Hüllblätter in ihrem grössten Teile häutig, mit nur schmalem, grünem Mittelstreif.

Artemisia vulgaris L. ssp. *selengensis* (Turcz. pro spec.) Thell. Fl. adv. Montpell. (1912), 529 (Sibir., Dahur.). — Castagnola-Gandria bei Lugano, 1915, Werndli!

****Erechthites quadridentatus*** (Labill.) DC. (Austral., N.-Seeland; kürzlich auch adv. in Schottland gefunden: G. Cl. Druce Rep. Bot. Exch. Club Brit. Isl. for 1914, vol. IV part 1 [1915], 16). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1914, Probst!

****Erechthites argutus*** (A. Rich.) DC. (Austral., Tasman, N.-Seeland; adv. auch in Kaliforn.: Greenman in Ann. Missouri Bot. Gard. IV, No. 4 [Nov. 1917], 290). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!

****Doronicum orientale*** Hoffm. (D. caucasicum M. Bieb.; SO.-Eur., Kl.-As., Syr., Kauk.). — Vaumarcus (Neuenburg), ± eingebürgert (ursprünglich — vor etwa 50 Jahren — wohl vom Baron v. Büren gepflanzt), 1913, A. Gaille! [teste Cavillier] (Le Rameau de Sapin 2ᵉ sér. I [1917], 7).

Doronicum scorpioides Willd. non alior (*D. Pardalianches* × *plantagineum?* F. Cavillier in Ann. Cons. et Jard. bot. Genève XIII/XIV, 1909/10 [1911], 304; D. plantagineum var. scorpioides Le Grand; D. plantagineum forme D. Willdenowii Rouy — Zierpflanze unsicherer Herkunft, wohl hybridogen, verwildert beobachtet in Frankreich, der Schweiz und Süd-Deutschland nach Cavillier l. c. 306). — Verwildert beim Château d'Oron (Waadt), 1871—72, J. Muret und Favrat in herb. Mus. Lausanne nach F. Cavillier (briefl.). Um die Mitte des letzten Jahrhunderts auch in Château d'Oex, im Garten der Thomas aux Devens bei Bex, sowie bei Morges kultiviert (Cavillier briefl., nach der gleichen Quelle); dagegen ist die Angabe Gaudins (Fl. Helv. V [1829], 339), dass D. scorpioides von Bischoff auf dem Salève bei Genf spontan gefunden worden sei, sicher irrig. — [Montbéliard: Cavillier l. c. p. 310.]

*****Senecio squalidus*** L. (Calabr., Sic.; eingebürgert in England!). — Güterbahnhof Zürich, an zwei Stellen, 1917/8, Thellung.

Calendula arvensis L. (Medit.) var. **crocea** Nicotra und var. **micrantha** (Tineo) Fiori et Paoletti — Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung.

*****Cryptostemma Calendula*** (L.) Druce in Rep. Bot. Exch. Club Brit. Isl. for 1913, Suppl. (1914), 416 (Arctotis Calendula L.; Cr. calendulacea R. Br.; S.-Afr., eingebürgert in Austral.; adv. Portugal, England!, Deutschl.!). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, 1917, Probst!

Echinops banaticus Rochel (SO.-Eur.). — La Raisse bei Concise (Waadt), Überrest ehemaliger Anpflanzung durch den Baron v. Büren, 1914, A. Gaille!

Carduus cf. *nigrescens* Vill. (S.-Frankreich, Spanien, Balearen). — Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1911, Schnyder! (Die Pflanze stimmt morphololgisch gut mit C. nigrescens überein, doch ist ihre Zugehörigkeit zu dieser Art pflanzengeographisch unwahrscheinlich mit Rücksicht auf die Heimat des C. nigrescens. Der früher [Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich LVII (1911), 289] von Buchs angegebene *C. acanthoides* var. *squarrosus* Rchb. unterscheidet sich nur durch stärkere Bestachelung.)

Cynara Cardunculus L. (Medit.) var. *altilis* DC. (Chardon). — Derendingen bei Solothurn, aus Kulturen verwildert, 1916: Probst.

Silybum Marianum (L.) Gärtner (Medit. bis M.-As.). — Kaisterfeld bei Laufenburg (Aargau), an alljährlich wechselnden Stellen: W. Koch (vergl. Lüscher Fl. Aarg. [1918], 86).

Galactites tomentosa Mönch (S.-Eur., N.-Afr.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart, 1915/6, Probst!

Crupina Crupinastrum (Moris) Vis. (Medit.). — Adventiv bei Orbe: Gaillard nach Beauverd in Bull. Soc. bot. Genève 2^e^ sér. IV (1912) No. 9 (mars 1913), 439.

Centaurea diluta Aiton (Marokko, Algerien?, Spanien). — Unterhalb Burgfelden (Elsass), 1913: Aellen u. Weber nach Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXV (1915), 218; Ruchfeld (Basel-Land), 1918, A. Becherer!

****Centaurea algeriensis*** Cosson et Dur. (Alger.; adv. in S.-Frankreich [vergl. Thellung Fl. adv. Montpell. (1912), 548], ganz neuerdings auch verwildert in Deutschland: Erfurt [Reineck nach Bornmüller in Mitteil. Bot. Ver. Thüring. N. F. XXXI (1914), 74]). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915/6, Probst!, Aellen!; Bahnhof Buchs (St. G.), 1915, Schnyder!

****Centaurea napifolia*** L. (W.-Medit., Kreta). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart, 1915/6, Probst!

Centaurea orientalis L. (SO.-Eur., Kauk.). — Gegenüber Wettingen (Aargau,) auf dem alten Geleise der Nordostbahn, 1881, F. Mühlberg! (vergl. Lüscher Fl. Aarg. [1918], 89).

****Centaurea atropurpurea*** Waldst. et Kit. (C. calocephala DC.; O.-Eur.). — Neuchâtel (aux Saars): F. Tripet nach Spinner in Mém. Univ. Neuchâtel II (1918), 76.

Centaurea melitensis L. (Medit. und durch Verschleppung weit verbreitet in Indien, S.-Afr., Austral., N.- u. S.-Am. etc.). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn (australische Schafwolle), 1913/4/6, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 211); Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915/6/8, Probst!; Langendorf, Schülergarten, 1918: Probst; Bahnhof Wolf (W. Weber!) und Rheinhafen in Basel, 1915, Aellen! (Allg. bot. Zeitschr. XXII [1916], 73); Birsfelden bei Basel, 1916, W. Weber!; Ruchfeld und St. Jakob bei Basel, sowie Güterbahnhof Aarau [vergl. Lüscher Fl. Aarg. (1918), 89], 1917, beim Bahnhof Luzern 1918: Aellen.

****Centaurea ochroleuca*** Willd.; Sims Bot. Mag. XXIX (1809), t. 1175!; W. Gugler Die Centaureen d. Ungar. Nat. Mus., 246 in Ann. Mus. Nat. Hungar. VI (1908) [separ. Dec. 1907] (C. axillaris β ochroleuca Boiss. Fl. Or.; C. montana f. albida et f. citrina Voss in Vilmorins Blumeng. ed 3 [1896], 554. — Zierpfl. aus dem Kaukasus und Armenien), — Vaumarcus (Neuchâtel), in der Nähe der Bahnlinie, seit mindestens 15 Jahren an zwei Stellen, 1914/1918, A. Gaille! (wohl Überrest ehemaliger Anpflanzung durch den Baron v. Büren).

Centaurea salmantica L. (Medit.). — Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1916, Probst!

Carthamus tinctorius L. (Kulturpfl. aus dem trop. Afr.?). — Birsfelden (Basel), 1914, Aellen u. Weber! (Binz in Verh. Natf. Ges. Basel XXVI [1915], 218).

Cichorium pumilum Jacq. (Medit.; wohl die wilde Stammform von *C. Endivia* L., daher richtiger als *C. Endivia* ssp. *pumilum* zu bezeichnen, sofern man nicht mit Rücksicht auf die geringfügige Natur der Unterschiede zwischen C. Intybus und C. Endivia auf die spezifische Trennung der beiden Gruppen verzichtet und C. pumilum als mit ssp. Endivia [L. pro spec.] koordinierte Unterart des C. Intybus aufzufassen vorzieht). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915/6, Probst! (eine hoch- und schlankwüchsige, fast kahle Form); Güterbahnhof Zürich, 1917, Thellung.

Lapsana cf. *intermedia* M. Bieb. (Ungarn, Balkan, Krim, Kl.-As., Kauk.). — Eine mit der Pflanze von Buchs (vergl. Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich LVI [1911], 290) identische Form fand sich tatsächlich 1903 am Hardplatz in Zürich 4 (leg. Thellung); Schöngrün bei Solothurn (aus Abfällen von der Malzfabrik), 1910/12, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 211). Eine kritische, etwa die Mitte zwischen *L. communis* und *intermedia* haltende Form: Arosa, Böschung des Obersees beim Bahnhof, 1740 m (Kunstwiese, mit Crepis setosa, 1916 auch Silene gallica), 1917, Thellung.

Tolpis barbata (L.) Gaertner (W.-Medit.). — Solothurn, Hühnerhof Zwygart (Malzfabrik), 1916, 1918, Probst!, Aellen!; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1917, A. Schnyder!

Rhagadiolus stellatus (L.) Gärtner (Medit.). — Alter Badischer Bahnhof in Basel, 1914: Binz in Verh. Naturf. Ges. Basel XXVI (1915), 218; Badische Lagerhäuser und Wolfbahnhof in Basel, 1917, Aellen; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, A. Schnyder!

Hedypnois cretica (L.) Willd. (Medit.) ssp. *monspeliensis* (Willd.) Murbeck (Hyoseris Hedypnois L.). — Wiesendamm gegen Klein-Hüningen bei Basel, 1914, Aellen! u. Weber! (Binz in Verh. Naturf.

Ges. Basel XXVI [1915], 218); Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1916, A. Schnyder!

*__Hypochœris Achyrophorus__ L. (Seriola aetnensis L.; Medit., W.-As.). — Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung.

Urospermum picroides (L.) F. W. Schmidt (Medit.) f. **glabrescens** A. Terracc. — Zürich, 1876, K. Lehmann! (als *Crepis rhoeadifolia*).

Picris echioides L. (Helminthia echioides Gaertner; Medit., nicht selten adv. in M.-Eur., N.-Am. etc.) var. *__humifusa__ (Willd. pro spec.) Thell. Fl. adv. Montpell. (1912), 572 (H. echioides var. humifusa Arcang.; var. mollis Duby?; Medit.). — Zu dieser Abart können wohl schmächtige, schlaffwüchsige und kleinköpfige Exemplare gerechnet werden, die sich in den letzten Jahren im Güterbahnhof Zürich mit süditalienisch-sizilianischer Begleitflora fanden (leg. Thellung). [Neuerdings auch in Holland eingeschleppt.]

Tragopogon crocifolius L. (S.-Eur. [schon Aostatal], Algerien). — Locarno, verwildert auf einem Rasenplatz der Scuola normale: Chenevard Cat. pl. vasc. Tessin (1910), 512.

Tragopogon hybridus L. (Geropogon glaber L.; Medit.). — Schutt bei St. Ludwig (Elsass) unweit Basel, 1913 (Schülerfund im Herb. Binz!? ein kümmerliches, schlecht entwickeltes Exemplar); Güterbahnhof Wolf in Basel, 1917, Aellen!; Güterbahnhof Zürich, 1916, Thellung; Bahnhof Buchs (St. Gallen), 1918, Schnyder!

Tragopogon pratensis L. ssp. *eu-pratensis* Thell. **nom. nov.** (= T. pratensis auct. sens. strict., excl. T. orientali et T. minore) f. **roseo-marginatus** Thell. **f. nov.**: involucri foliolis distincte roseo-marginatis (Hüllblätter deutlich rosa berandet, welches Merkmal sonst als charakteristisch für die Ssp. *minor* [Miller] gilt). — St. Johannbahnhof in Basel, 1914, Aellen u. Weber!; Güterbahnhof Zürich, 1914, Thellung.

Scorzonera Jacquiniana (Koch) Boiss. (SO.-Eur., SW.-As.). — Bahnhof St. Margrethen (St. Gallen), 1914, Schnyder!

Rodigia commutata Sprengel (SO.-Eur., SW.-As.). — Solothurn, Hühnergarten Zwygart (Malzfabrik), 1915, Probst!, Aellen!

*__Lagoseris nemausensis__ (Gouan) Koch (Pterotheca nemausensis Cass.[1]); westl. S.-Eur.). — Luino am Langensee (Grenzgebiet der Schweizerflora), 1897, Huguenin!

Andryala integrifolia L. (incl. *A. sinuata* L.; Medit., adv. in Deutschl.) ssp. *__tenuifolia__ (Tineo) Thell. **comb. nov.** (A. tenuifolia [Tineo] DC.; A. integrifolia δ tenuifolia Fiori et Paoletti; A. dentata Boiss. Fl. Or. ex p., vix Sibth. et Sm.; N.-Afr., S.-Ital., Griechenl., Kl.-As., Syr.; bei Montpellier einmal eingeschleppt, vergl. Thellung Fl. adv. Montpell. [1912], 578). — Güterbahnhof Zürich, 1916/7, Thellung.

---

[1] Vergl. über diese Art: Thellung Fl. adv. Montpell. (1912), 573 ff.

Cicerbita macrophylla (Willd.) Wallr. (Mulgedium macrophyllum DC.; Gartenpfl. aus dem Kaukasus, nicht aus N.-Am., wie viele Schriftsteller [neuerdings auch noch G. Beauverd in Bull. Soc. bot. Genève 2^e sér. II (1910), 124] angeben; vergl. Boissier Fl. Or. III [1875], 799—800 und A. Gray Synopt. Fl. N.-Am. I, 2 [1884], 444; verwildert in Deutschland, Holland und Dänemark). — Plan des Iles (Ormont-dessus, Waadt), 1854, Muret, Leresche u. Rambert! (comm. Wilczeck 1917); als «*Sonchus canadensis* ou *macrophyllus*» ehedem durch den Baron A. v. Büren (1791—1874) auf dem Mont-Aubert im Neuenburger Jura eingebürgert (Bull. Soc. bot. France XVI [1869], sess. extr. pp. X, XI; vergl. auch A. Dubois in Le Rameau de Sapin 50^e année [1916], 25).

****Sonchus tenerrimus*** L. (Medit.) var. ***annuus*** Lange subvar. ***glandulosus*** Lange — Güterbahnhof Zürich, ziemlich zahlreich, 1916/8, Thellung.

****Crepis parviflora*** Desf. (C. muricata Sibth. et Sm.; Archip., SW.-As.). — Schöngrün bei Solothurn (Abfälle von der Malzfabrik), 1912, Probst! (Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber. [1914], 212) [eine auffallend starkborstige, im Indument an C. setosa Haller f. erinnernde Form]; Hühnerhof bei der Solothurner Malzfabrik, 1915, Probst!

Crepis pulchra L. (Medit., M.-Eur., W.-As.; schon im benachbarten Aostatal sowie in Elsass und Baden wie einheimisch). — Aigle (Waadt), 1914, H. Jaccard!; Güterbahnhof Zürich, 1918, Thellung.

Nachtrag (zu S. 703).

****Thellungia advena*** Stapf. gen. et spec. nov. in Kew Bull. 1919 (Gramineae-Sporoboleae — Heimat unbekannt, wohl Australien. Syn.: Ectrosia ? mutica Hackel! ad int. ex Probst in Mitteil. Naturf. Ges. Soloth. 5. Heft, XVII. Ber., 1911—14 [1914], 164). — Kammgarnfabrik Derendingen bei Solothurn, aus australischer Schafwolle, 1907, 1918, Probst! Die Pflanze von 1907, die

Prof. Hackel mit aller Reserve vermutungsweise als eine neue Art von Ectrosia ansprach, bestand aus Exemplaren mit noch fast unentwickelten Blüten, die keine genaue Untersuchung gestatteten; erst die gut blühenden Exemplare von 1918 machten die definitive Einreihung dieser interessanten Pflanze möglich.

Einige Anmerkungen zur Thermodynamik.

Von

A. Fliegner.

(Als Manuskript eingegangen am 1. Februar 1919.)

1.

Im 61. Jahrgang, 1916, dieser Vierteljahrsschrift habe ich versucht, die Integrationskonstante der innern Arbeit der Gase zu berechnen. Die „Beiblätter zu den Annalen der Physik" vom Jahre 1917, in die ich erst unlängst Einsicht nehmen konnte, haben diese Veröffentlichung besprochen und daran getadelt, dass ich die dort behandelte Arbeit noch in veralteter Weise „innere Arbeit" genannt habe. Ich bin aber dieser alten Benennung gefolgt, weil mich von den drei mir bekannten neuern keine befriedigt, weder „Energie" ohne jeden Zusatz, noch „Eigenenergie", noch „innere Energie". Möglichst sinngemäss übersetzt, bedeutet ja „Energie" ganz allgemein die „in einem Körper enthaltene mechanische Arbeit", oder kürzer, seinen „Arbeitsinhalt", und es hat sich dementsprechend auch eingebürgert, jede beliebige Art von Arbeit als „Energie" zu bezeichnen. Wenn nun die erste der eben aufgezählten Benennungen, „Energie" allein, diese Bezeichnung gleichzeitig auch auf eine einzelne, besondere Arbeitsart anwendet, so bringt sie damit von vornherein eine unzulässige Zweideutigkeit in die Untersuchungen hinein. Die beiden andern Benennungen wollen allerdings eine Zweideutigkeit dadurch vermeiden, dass sie dem Worte „Energie" noch Zusätze beifügen, doch sind diese Zusätze nicht einwandfrei ausgefallen. Denn ein Körper kann, der Natur der Sache nach, nur seine eigenen Arbeiten enthalten, aber niemals fremde. Daher bezeichnet in der zweiten der neuern Benennungen, in „Eigenenergie", der Zusatz „Eigen" eine selbstverständliche Eigenschaft jedes Arbeitsinhaltes, und er ist folglich überflüssig. Da er aber ausserdem ganz allgemein gilt, so darf man ihn nicht zur Kennzeichnung einer besondern Art von Arbeitsinhalt verwenden. Die letzte Benennung endlich enthält in der ersten Silbe des Wortes „Energie", in dem griechischen „ἐν", schon den Begriff „innen", und wenn man diesem Worte trotzdem noch das

Eigenschaftswort „innere“ vorsetzt, so kommt man zu einer störenden Tautologie, die durch die Anwendung des Fremdwortes „Energie“ doch nicht genügend verdeckt wird.

Die drei neuern Benennungen leiden aber noch an einem andern Übelstande, den allerdings die alte Benennung „innere Arbeit“ ebenfalls zeigt. Man führt nämlich diese Benennungen ein bei der Untersuchung einer unendlich kleinen Zustandsänderung einfachster Art, wofür die Wärmegleichung auch ihre einfachste Gestalt

$$dQ = A\,(dU + dW) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

annimmt. Dabei teilt sich die zugeführte Wärmemenge dQ in bloss zwei Teile. Der eine Teil, $A\,dU$, bleibt im betrachteten Körper zurück und ändert dessen innern Zustand, während der andere Teil, $A\,dW$, bei der Volumenzunahme unter Überwindung des äussern Gegendruckes an die Umgebung übergeht. Und da man diese beiden Teile bei den Anwendungen auseinanderhalten muss, so hat man auch ihre Arbeitswerte, dU und dW, verschieden bezeichnet, den zweiten mit „äusserer Arbeit“, den ersten, im Gegensatz dazu, mit „innerer Arbeit“, oder mit einer der neuern Benennungen. Die Gleichung (1) setzt aber ausdrücklich voraus, dass sich der Schwerpunkt des Körpers in Ruhe befinde.

Wenn sich dagegen der ganze Körper fortschreitend bewegt, so ändert sich bei einer Zustandsänderung im allgemeinen auch seine Geschwindigkeit und mit ihr seine „Strömungsenergie“. Gleichzeitig kann sich auch sein Abstand vom Schwerpunkt der Erde ändern, also seine „potentielle Energie der Schwere“. Dann treten zu dU und dW noch weitere Summanden hinzu. Den Sitz dieser Energien verlegt man zwar bei den Rechnungen gewöhnlich in den Schwerpunkt des Körpers, tatsächlich haften sie aber an allen seinen Massenteilchen. Das Letzte gilt auch von noch andern Energien, die man gelegentlich ebenfalls berücksichtigen muss. Wenn sich nun diese Energien, wesentlich gleich wie U, auch über das ganze Innere des Körpers verteilen, so bilden sie alle, mit Einschluss von U, eine Gesamtarbeit, die gleichfalls wirklich im Körper enthalten ist. Dann passen aber alle vier bisher für U angewandten Benennungen, ihrem Wortsinne nach, ebensogut auf eine solche Gesamtarbeit, wie auf den Bestandteil U allein. Ihnen fehlt also die erforderliche Eindeutigkeit, und daher erscheint es als das Richtigste, sie sämtlich aufzugeben.

Will man aber für die Grösse U, der Einheitlichkeit wegen, die Benennung „Energie“ beibehalten, so muss man ihr einen geeigneten Zusatz beifügen, der das Wesen dieser Arbeitsart kurz, anschaulich und eindeutig kennzeichnet. Nun setzt sich die durch U dargestellte Arbeit zusammen aus der angehäuften Arbeit der Molekularbewegung, der sogenannten „kinetischen Energie der Molekeln", und aus der Arbeitsfähigkeit der gegenseitig zwischen den Molekeln wirkenden Kräfte, der sogenannnten „potentiellen Energie der Molekeln". Es handelt sich also bei beiden Bestandteilen von U um Arbeiten, die an den Molekeln als solchen haften. Alle übrigen Arbeiten, wie die äussere Arbeit, wie eine Strömungsenergie usw., beziehen sich dagegen auf den Körper als Ganzes. Dann ist es aber am einfachsten, den beim Worte „Energie" noch erforderlichen Zusatz vom Worte „Molekel" abzuleiten und die in der Gleichung (1) mit U bezeichnete Grösse die „Molekular-Energie" des Körpers zu nennen. Diese Benennung ist kurz, sie geht auch unmöglich anders zu verstehen, als dass sie die in den Molekeln enthaltene kinetische und potentielle Energie bedeuten soll, und sie genügt daher all den Anforderungen, die man an eine solche Benennung stellen kann und stellen muss. Ob sie schon von anderer Seite vorgeschlagen worden ist, kann ich jetzt nicht entscheiden. Ausgeschlossen wäre es nicht, da sie sich eigentlich von selbst darbietet.

2.

Anschliessend möchte ich noch einige neuere Benennungen besprechen, die sich auf gesättigte Dämpfe beziehen.

Um bei solchen Dämpfen die Wärmemitteilungen berechnen zu können, muss man bekanntlich zuerst eine Zustandsänderung bei konstantem Drucke untersuchen. Dabei geht man vom tropfbar flüssigen Zustand bei 0° C aus und verfolgt den Vorgang, bis die Flüssigkeit vollständig in trockenen, gesättigten Dampf übergegangen ist. Für die Wärmemengen, die man dabei der Gewichtseinheit des Körpers zuführen muss, finden sich nun schon in Zeuners technischer Thermodynamik folgende Buchstabenbezeichnungen und Benennungen benutzt:

q, die „Flüssigkeitswärme", die man der tropfbaren Flüssigkeit zuführen muss, um sie von 0° C auf die dem Druck entsprechende Siedetemperatur zu bringen. Bei Wasser setzt man angenähert voraus, dass sein spezifisches Volumen unveränderlich sei; dann genügt die einzige Bezeichnung q. Wenn sich dagegen die Flüssigkeit bei der Erwärmung stärker ausdehnt, so zerlegt man q in einen Teil $A \int d U \equiv q_i$, der im Körper zurückbleibt, und in den andern Teil, $Ap \int dv \equiv q_a$, der den äussern Gegendruck überwindet. Man unterscheidet beide Teile als die „innere" und die „äussere Flüssigkeitswärme".

r, die Wärmemenge, die man zuführen muss, um den Körper bei der Siedetemperatur aus tropfbarer Flüssigkeit in trockenen gesättigten Dampf zu verwandeln. Zeuner nennt diese Wärmemenge noch „latente Wärme", später ist dafür die bezeichnendere Benennung „Verdampfungswärme" aufgekommen. Ähnlich, wie vorhin q manchmal, zerfällt r immer in zwei Teile, nämlich in:

$\varrho \equiv A \int dU$, die „innere Verdampfungswärme", die den Molekularzustand des Körpers ändert, und in

$Apu \equiv Ap \int dv$, die „äussere Verdampfungswärme", die zur Überwindung des äussern Gegendruckes aufgebraucht wird.

Zeuner zieht noch einige dieser Wärmemengen zusammen, nämlich:

$J \equiv q_i + \varrho$, die „Dampfwärme", die im trockenen gesättigten Dampfe noch enthalten ist; bei Wasser wäre $J \equiv q + \varrho$.

$\lambda \equiv q + r$, die „Gesamtwärme", die man im ganzen zuführen muss, um den Körper aus tropfbarer Flüssigkeit von 0° C in trockenen gesättigten Dampf zu verwandeln.

Mit alleiniger Ausnahme der „Dampfwärme" J sind nun die übrigen Benennungen durchaus einheitlich gewählt. „Wärme" bedeutet darin überall die dem Körper von aussen her zugeführte Wärmemenge, und die vorgesetzten Wörter geben die Verhältnisse an, unter denen der Körper diese Wärmemengen aufnimmt. Die noch hinzugefügten Eigenschaftswörter „innere" und „äussere" unterscheiden dann die beiden Bestandteile, wenn die Wärmemenge in solche zerfällt. Um mit diesen Benennungen im Einklang zu bleiben, müsste man die sonst nicht besonders hervorgehobene Summe $q_a + Apu$ „äussere Gesamtwärme" nennen, während J eigentlich „innere Gesammtwärme" heissen sollte. Die Benennung „Dampfwärme" für J ist aber kürzer, man kann auch darunter kaum etwas anderes verstehen, als die im Dampfe wirklich noch enthaltene Wärmemenge. Und da die übrigen Benennungen ihre Wärmemengen ebenfalls durchaus deutlich bezeichnen, so liegt eigentlich kein triftiger Grund vor, von ihnen abzugehen.

Trotzdem finden sich z. B. in der „Hütte" für einige dieser Wärmemengen andere Benennungen eingeführt, nämlich[1])

für q: „Wärmeinhalt der Flüssigkeit",
für q_i: „Energie der Flüssigkeit",
für λ: „Wärmeinhalt des gesättigten Dampfes"
und für J: „Energie des gesättigten Dampfes".

---

[1]) „Hütte", des Ingenieurs Taschenbuch. Ich habe die 21. Auflage, 1911, vor mir, wo diese Wärmemengen im I. Band auf Seite 431 u. flgd. behandelt sind.

Gegen diese Benennungen muss ich nun zwei Einwände erheben. Der eine davon betrifft allerdings nur den Mangel an Einheitlichkeit, da zwei Benennungen der deutschen Sprache entnommen sind, die beiden andern der griechischen. Der zweite Einwand ist dagegen von wesentlicherer Art. „Energie“ bedeutet ja dem Wortsinne nach die mechanische Arbeit, die in verschiedenen Formen in einem Körper enthalten ist. Daher ging „Energie“ auch kurz und möglichst wortgetreu durch „Arbeitsinhalt“ zu verdeutschen. In den Dampftabellen sind jedoch nicht Arbeitsgrössen angegeben, sondern Wärmewerte. Wenn man aber für den „Wärmewert des Arbeitsinhaltes“ eine kurze und bezeichnende Benennung sucht, so wird man kaum eine andere finden, als „Wärmeinhalt“. Denn dieses Wort geht, nach dem Sinne seiner Bestandteile „Wärme“ und „Inhalt“, unmöglich anders zu verstehen, als dass es die im Körper wirklich enthaltene Wärmemenge bezeichnen soll. Man könnte sogar das Wort „Wärmeinhalt“ auf den Wärmewert von bloss der kinetischen Energie der Molekeln beschränken, da von dieser der Wärmezustand des Körpers im engern Sinne, seine Temperatur, abhängt. Hier bedeutet aber „Energie“ allgemein Arbeitsgrössen von verschiedener Art, und daher darf man „Wärme“ und „Wärmeinhalt“ ebenfalls im weitern Sinne auf den Wärmewert aller andern Arbeiten ausdehnen, die neben der angehäuften Arbeit der Molekularbewegung wirklich noch im Körper enthalten sind. Dann besteht aber zwischen „Wärmeinhalt“ und „Energie“ überhaupt kein Unterschied, vielmehr bildet jedes dieser beiden Wörter die möglichst getreue Übersetzung des andern, und man könnte höchstens beim ersten an eine Messung in Wärmeeinheiten denken, während das zweite auf eine Messung in Arbeitseinheiten hindeutet. Keinesfalls darf man aber beide Wörter zur Bezeichnung von verschiedenartigen Wärmemengen verwenden.

Von den vier vorhin aufgezählten Wärmemengen bedeuten nun q_i und J Wärmemengen, die wirklich noch im Körper enthalten sind. Für sie passt daher die Benennung „Energie“ durchaus, sie gingen aber ebensogut auch „Wärmeinhalt“ zu nennen. Dagegen nimmt der Körper die beiden andern Wärmemengen, q und λ, zwar in ihrem vollen Betrage von der Wärmequelle her auf, er gibt aber einen Teil davon, nämlich q_a und $q_a + Apu$, zur Überwindung des äussern Gegendruckes sofort wider an die Umgebung ab. Dieser Teil befindet sich daher am Ende des Vorganges gar nicht mehr im Körper, und er darf folglich auch nicht seinem Wärmeinhalt zugezählt werden. Dann erscheint aber die Benennung „Wärmeinhalt“ für q und λ unbedingt als vollständig verfehlt. Sie kann nur irreführen, und sie muss jedenfalls Anfängern das Verständnis ganz unnötigerweise erschweren.

Es ist mir nicht bekannt, von wem diese Neuerung herrührt. Wenn ihrem Urheber die bis dahin üblichen Benennungen nicht mehr zugesagt haben, so hätte er zwar q_i und J mit „Energie“ oder mit „Wärmeinhalt“ bezeichnen dürfen, für q und λ hätte er dagegen eine andere Benennung aufsuchen müssen, die das Wesen dieser Wärmemengen leicht hätte erkennen lassen. Unter andern wäre die Benennung „Erzeugungswärme“ zulässig gewesen, die mit ähnlicher Bedeutung bei den Gasen angewendet wird, und die bei den gesättigten Dämpfen auch schon von anderer Seite vorgeschlagen worden ist, wenn auch nur für die Gesamtwärme λ. Doch liegt für eine solche Neuerung durchaus kein Bedürfnis vor.

3.

Die übrigen Anmerkungen beziehen sich auf die Entropie und auf Fragen, die mit ihr zusammenhängen.

Beschränkt man sich, um mit einfachern Formeln auszukommen, auf vollkommene Gase, soweit sie der Zustandsgleichung

$$pv = RT \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

folgen, geht man dabei von der Wärmegleichung z. B. in der Gestalt

$$dQ = \frac{A}{\varkappa - 1}(vdp + \varkappa pdv) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

aus, und dividiert man sie mit $T = pv/R$, so erhält man, nach den üblichen Umformungen, für das Differential dS der Entropie

$$dS \equiv \frac{dQ}{T} = c_v\left(\frac{dp}{p} + \varkappa\frac{dv}{v}\right) = c_v d\,lgn\,(pv^\varkappa). \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Integriert man, und bezeichnet man die Integrationskonstante mit $c_v lgn C$, so findet man für die Entropie selbst die Ausdrücke:

$$S = c_v lgn\,(pv^\varkappa) + c_v lgn C = c_v lgn\,(Cpv^\varkappa). \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

Differentiiert man jetzt den letzten Ausdruck wider, aber ohne ihn sonst irgendwie umzuformen, so bekommt man noch:

$$dS = c_v d lgn\,(Cpv^\varkappa). \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Vergleicht man nun (4) mit (6), so zeigt sich, dass man unter dem Logarithmus neben der Funktion $pv^\varkappa$ der Zustandsgrössen den Faktor C nach Gutdünken hinzufügen oder wegnehmen kann, ohne den Wert von dS zu ändern. Dabei ist dieser Faktor C nur an die Bedingung der Konstanz gebunden, dagegen liefern einem weder die Formeln, noch allgemeine Überlegungen, irgend welche

Anhaltspunkte, von denen aus man einen bestimmten Zahlenwert für C berechnen könnte. Vielmehr bleibt C vollkommen willkürlich. Das nämliche gilt daher auch von der Integrationskonstanten $c_v lgn C$. Wenn dann diese ganz willkürliche Konstante in (5) additiv zu dem Gliede $c_v lgn (pv^\varkappa)$ hinzutritt, so bewirkt sie, dass die Entropie durch die Zustandsgrössen des Körpers gar nicht eindeutig mitbestimmt wird, sondern, dass man ihr, je nachdem man C wählt, bei jedem Körperzustand jeden beliebigen Zahlenwert beilegen kann. Daher wird aber die Entropie selbst, wie ihre Integrationskonstante, ebenfalls eine vollständig willkürliche Grösse. Und da die Integrationskonstante der Entropie auch bei andern Körperarten keinen bestimmten Wert besitzt, so gilt dieses Ergebnis ganz allgemein.

Berechnet man bei den Gasen dS auch aus den andern Formeln für dQ, integriert man darauf, und bezeichnet man die Integrationskonstanten kürzer, so erhält man für S die Ausdrücke:

$$S = c_v lgn (pv^\varkappa) + S_{p,v}, \quad \ldots \ldots \ldots \quad (7)$$

$$S = c_v lgn (Tv^{\varkappa-1}) + S_{T,v} \text{ und} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (8)$$

$$S = c_p lgn \left(Tp^{-\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\right) + S_{T,p}. \quad \ldots \ldots \ldots \quad (9)$$

Berücksichtigt man in diesen Gleichungen zunächst nur die ersten, veränderlichen Glieder, so erhält man mit ihnen beim selben Körperzustand drei verschiedene Werte für S, z. B. bei atmosphärischer Luft im Normalzustand der Reihe nach die Werte 1,5014, 0,9307 und 0,6995. Hiernach scheint die Entropie unter den in der Thermodynamik auftretenden Grössen eine Ausnahmestellung einzunehmen. Wendet man nämlich bei allen übrigen Grössen die verschiedenen, für jede von ihnen möglichen Formeln auf denselben Zustand eines Körpers an, so erhält man immer denselben Zahlenwert. Nur bei der Entropie ist das nicht der Fall. Ersetzt man z. B. in (7) p nach der Zustandsgleichung (2) durch RT/v, so findet man, zunächst unter Weglassung der Integrationskonstanten, unmittelbar:

$$S = c_v lgn (RTv^{\varkappa-1}), \quad \ldots \ldots \ldots \quad (10)$$

und dieser Ausdruck ergibt allerdings für S noch denselben Zahlenwert, wie (7). Differentiiert man aber (10), so kann man im Differential unter dem Logarithmus den konstanten Faktor R weglassen, wie sich das vorhin für die Konstante C als zulässig gezeigt hat. Integriert man dann diesen vereinfachten Ausdruck wider, so geht, abgesehen von der Integrationskonstanten, (10) in (8) über, man hat aber durch das Weglassen von R den Nullpunkt verschoben, von dem aus man die Entropie zählt, und daher liefert (8) einen andern Zahlenwert für S, als (7). Sollten die drei Gleichungen (7) bis (9) dieselben Zahlenwerte ergeben, so müsste man die Integrationskonstanten wider hinzufügen, ihnen aber gegenseitig ganz bestimmte Werte beilegen, von denen man jedoch einen noch ganz beliebig wählen könnte.

Auf die Willkürlichkeit dieser Integrationskonstanten hat schon Briot[2]) hingewiesen, ebenso hat er angedeutet, dass man durch geeignete Wahl der Integrationskonstanten die Formeln unter sich in Übereinstimmung bringen kann. Dagegen hat er die vollständige Unbestimmtheit auch der Entropie nicht besonders hervorgehoben. Umgekehrt sagt Zeuner[3]) bei der Besprechung einer Formelzusammenstellung, wie die der Gleichungen (7) bis (9): wenn man zwei Zustandsgrössen des Körpers kennt, so „berechnet man leicht nach einer der Gleichungen die Entropie". Hieraus muss man doch wohl schliessen, dass Zeuner weder die Willkürlichkeit der Integrationskonstanten, noch die daher rührende Unbestimmtheit der Entropie selbst erkannt hat. Er hat auch schwerlich bemerkt, dass die Gleichungen verschiedene Zahlenwerte für S ergeben, sonst hätte er sich unbedingt anders ausdrücken müssen.

Da die Entropie durch die Zustandsgrössen eines Körpers gar nicht eindeutig mitbestimmt wird, so gehört sie auch nicht unter seine Zustandsgrössen im weitern Sinne. Man sollte sogar meinen, dass man eine derartig unbestimmte Grösse überhaupt nicht verwerten könnte. Und man stände auch in der Tat vor unlösbaren Aufgaben, wenn man für einzelne Körperzustände den wahren Wert der Entropie angeben sollte, da es einen solchen gar nicht gibt.

Bei den Anwendungen handelt es sich aber immer um Zustandsänderungen, und deren Untersuchung führt auf bestimmte Integrale von dS. Aus solchen hebt sich nun die Integrationskonstante von selbst weg, mit ihr verschwinden dann auch alle Unbestimmtheiten aus der Rechnung, und man erhält folglich dabei durchaus eindeutige Schlussergebnisse, die nur von den Grenzzuständen des Körpers abhängen, sowie selbstverständlich noch von seinen physikalischen Konstanten.

Integriert man jetzt z. B. (7) zwischen den Grenzen 1 und 2, so kann man das Integral schreiben:

---

[2]) Briot, „Lehrbuch der mechanischen Wärmetheorie", deutsch von Weber. Leipzig, Leopold Voss, 1871, S. 52 u. 53.

[3]) Zeuner, „Technische Thermodynamik", Aufl. v. 1900, I. Teil, S. 130 u. 131.

$$\int_1^2 dS = S_2 - S_1 = c_v lgn \frac{p_2 v_2^{\varkappa}}{p_1 v_1^{\varkappa}}. \qquad (11)$$

Wechselt man darauf in (11) die Zustandsgrössen, so tritt die Konstante R der Zustandsgleichung, und zwar im allgemeinen in einer gewissen Potenz, sowohl im Zähler, als auch im Nenner des Bruches als Faktor auf. Sie hebt sich folglich von selbst weg, ohne dass dabei irgend eine Willkürlichkeit mit im Spiele wäre. Daher ergeben aber alle Formeln (7) bis (9) übereinstimmende Zahlenwerte für $S_2 - S_1$, so dass es gleichgültig ist, welche man bei einer Rechnung benutzt. In einem bestimmten Integral verhält sich also die Entropie genau so, wie alle übrigen thermodynamischen Grössen.

Wenn hiernach die Gleichungen (7) bis (9) für einzelne Körperzustände auf verschiedene, eigentlich sogar auf vollständig willkürliche Werte von S führen, wenn sie dagegen bei vorgeschriebenen Zustandsänderungen eindeutige und übereinstimmende Ergebnisse liefern, so folgt daraus noch umgekehrt, dass man die Entropie einzig und allein bei den Untersuchungen von Zustandsänderungen verwenden darf, dass man sie dagegen bei der Behandlung einzelner Körperzustände ganz beiseite lassen sollte. Genügt man dieser einschränkenden Forderung, so hört die Entropie auch auf, eine Ausnahmestellung einzunehmen, denn eine solche hatte sich vorhin nur deshalb gezeigt, weil ich dort die Entropie vorübergehend bei einem einzelnen Körperzustand einführen musste, wie wenn sie eine Zustandsgrösse wäre, um zeigen zu können, dass sie das in Wirklichkeit gar nicht ist.

4.

Schon Neumann[4]) hat darauf hingewiesen, dass die in den thermodynamischen Untersuchungen auftretenden Differentiale gegenseitig gewisse Verschiedenheiten zeigen, sowie, dass man diese Differentiale auf zwei Gruppen verteilen kann. In einer der Gruppen fasst er die Differentiale zusammen, die den „Zuwachs einer independenten Variablen oder . . einer von beliebig vielen Variablen abhängigen Funktion" einführen. Seine zweite Gruppe enthält dagegen Differentiale, „die nicht als Zuwachs irgend einer Funktion darstellbar sind"; er nennt solche Differentiale auch „direkt gegeben". An anderer Stelle unterscheidet er beide Arten noch kürzer als „vollständige" und „unvollständige" Differentiale.

In der einfachen, allgemeinen Gleichung (1) für dQ tritt nun nur eine einzige eindeutige Funktion der Zustandsgrössen des Körpers auf, nämlich die Molekular-Energie U, und daher bildet dU allein die erste Gruppe der vollständigen Differentiale. In andern Fällen könnte dagegen diese Gruppe noch Differentiale z. B. einer Strömungs-Energie oder einer potentiellen Energie der Schwere enthalten. Umgekehrt ist in (1) das Differential $dW = pdv$ der äussern Arbeit kein vollständiges Differential. Das hat dann zur Folge, dass die ganze rechte Seite, und daher auch dQ, ebenfalls unvollständige Differentiale werden. dW und dQ gehören folglich in die zweite Gruppe, in die der unvollständigen Differentiale. Wenn man aber die Gleichung (1) auf eine besondere Zustandsänderung anwendet, die z. B. nach einem Gesetze $f(pv) = 0$ verläuft, so lässt sich dW als Funktion von nur einer Veränderlichen darstellen. Dadurch geht zunächst dW in ein vollständiges Differential über, und da dU schon von sich aus ein solches war, so wird dQ ebenfalls ein vollständiges Differential. Nach der Auffassung von Neumann müssten hiernach dW und dQ beim Übergang vom allgemeinen Fall zu einem besondern die Gruppe wechseln, und daher befriedigt seine Einteilung und Erklärung doch nicht recht.

---

[4]) C. Neumann, „Vorlesungen über die mechanische Theorie der Wärme". Leipzig, Teubner, 1875. Namentlich S. 1 und Vorwort, S. IX.

Man kann aber trotzdem, wenigstens für die drei Differentiale dQ, dU und dW, die Neumannsche Gruppeneinteilung beibehalten, man muss sie nur anders begründen, nämlich nicht durch die mathematischen Eigenschaften der verschiedenen analytischen Ausdrücke, sondern durch die thermodynamischen Verhältnisse der dargestellten Grössen.

Von den drei, in der Gleichung (1) auftretenden Grössen besitzt nun die Molekular-Energie U am Anfang des betrachteten Vorganges schon einen gewissen Wert, der durch den dortigen Zustand des Körpers eindeutig mitbestimmt wird. Dieser Wert ändert sich während des Vorganges um den unendlich kleinen Betrag dU, und dadurch nimmt U einen neuen Wert an, der aber wieder eindeutig vom Zustand des Körpers abhängt, nur jetzt vom Endzustand. Man kann daher das die erste Gruppe bildende Differential dU eine Änderung nennen, denn dieses Wort deutet doch an, dass schon vorher eine zu ändernde Grösse vorhanden war, sowie, dass die geänderte Grösse nachher auch noch vorhanden ist. Für einen endlichen Vorgang ergibt sich dann die ganze Änderung der Molekular-Energie als der Unterschied zwischen dem Anfangswerte U_1 und dem Endwerte U_2, und dem entsprechend hat man eine endliche Änderung der Grösse U von jeher durch die Differenz $U_2 - U_1$ ihrer Grenzwerte dargestellt. Das nämliche würde gelten für eine Strömungs-Energie und für eine potentielle Energie der Schwere, da diese Energien ebenfalls zu den Zustandsgrössen des Körpers gehören.

Die Grössen Q und W haben dagegen weder am Anfang noch am Ende des Vorganges irgend einen Wert. Denn man setzt immer voraus, der Körper befinde sich an jeder Grenze vorübergehend je in einem bestimmten, unveränderlichen Zustand. In einem solchen nimmt er aber weder Wärme auf, noch gibt er Arbeit ab. Wärmemitteilungen und Arbeitsverrichtungen gehören auch gar nicht zu den Zustandsgrössen der Körper, sie treten vielmehr überhaupt nur während des Verlaufes einer Zustandsänderung auf. Man kann folglich bei einem endlichen Vorgang die gewöhnlich ebenfalls endlichen Beträge von $\int dQ$ und $\int dW$ nicht, wie vorhin bei den Energien, als Änderungen von irgend welchen Funktionen erklären, da es gar keine solchen, allgemein geltenden Funktionen gibt. Das deutet man auch eigentlich schon dadurch an, dass man dQ und dW nie als „Änderungen“ bezeichnet, sondern dass man immer nur von „mitgeteilter Wärmemenge“ und von „verrichteter äusserer Arbeit“ spricht. Endliche Beträge von $\int dQ$ und $\int dW$ muss man vielmehr dadurch bestimmen, dass man die einzelnen, aufeinanderfolgenden Differentiale summiert. Dabei spielen dann die Differentiale dQ und dW der zweiten Gruppe die Rolle von Summanden, und diese Eigenschaft behalten sie auch ungeändert bei, ganz unabhängig davon, ob sie in einer allgemeinen Wärmegleichung unvollständige Differentiale bedeuten, oder ob sie bei besondern Anwendungen in vollständige Differentiale übergegangen sind. Wenn aber die Grössen Q und W keine Grenzwerte besitzen, so kann man die Summation ihrer Differentiale auch nicht durch eine Differenz von Grenzwerten darstellen, und man hat sie in der Tat von jeher nur mit den einfachen Buchstaben Q und W bezeichnet.

Es wäre zwar durchaus möglich, z. B. eine endliche Wärmemitteilung als Differenz

$$\int_1^2 dQ = Q_2 - Q_1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (12)$$

zu schreiben, und man könnte darin auch Q_1 und Q_2 als die Wärmemengen erklären, die man dem Körper mitteilen müsste, um ihn aus einem, auf der verlängerten Drucklinie angenommenen Ausgangszustand längs dieser Linie in einen der Grenzzustände überzuführen. Doch wäre ein solcher Ausgangszustand in keiner Weise durch die Verhältnisse vorgeschrieben, er ginge vielmehr an jede beliebige Stelle der Drucklinie zu legen, so dass Q_1 und Q_2 doch vollkommen unbestimmt blieben. Man könnte daher mit den einzelnen Grössen nichts weiter anfangen, während allerdings ihre Differenz eindeutig bestimmt wäre. Andere Vorteile böte die Schreibung $Q_2 - Q_1$ ebenso wenig, und sie hätte folglich überhaupt keine Berechtigung. Das nämliche gilt für $W \equiv W_2 - W_1$.

Jetzt fragt es sich nur noch, in welche der beiden Gruppen von Differentialen man das Differential dS der Entropie einreihen soll. Nach Neumann gehörte es, weil es immer ein vollständiges Differential ist, in seine erste Gruppe. Betrachtet man aber die Frage nicht vom rein mathematischen Standpunkt aus, sondern vom thermodynamischen, so bildet dS eine kürzere Bezeichnung für den bei der Umformung der Wärmegleichung (1) auftretenden Quotienten dQ / T, und es lässt sich noch nachweisen, dass zwischen denselben beiden unendlich benachbarten Adiabaten jedesmal dieser Quotient

$$\frac{dQ}{T} \equiv dS = \text{const.} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (13)$$

bleibt. Aus der Gestalt der Gleichung (13) kann man nun dS unmittelbar erklären als die Wärmemenge, die man zwischen den beiden Adiabaten auf der allgemeinen Isotherme $T = const.$ für jeden Grad ihrer absoluten Temperatur zuführen muss. Man kann sich aber in (13) zu dS noch die Einheit als Nenner hinzugefügt denken, dann kann man dS auch auffassen als die Wärmemenge, die man dem Körper mitteilen müsste, wenn er seinen Zustand zwischen denselben beiden unendlich benachbarten Adiabaten auf der Isotherme $T = 1°$ *abs.* ändern sollte. Man reduziert hiernach dQ durch die Division mit T auf die besondere Isotherme $T = 1°$ *abs.*, und man verwandelt dadurch das unvollständige Differential der Wärmezufuhr in das vollständige Differential der Entropie. Das wäre also eine ähnliche Umwandlung, wie sie vorhin mit dQ zwischen einer allgemeinen Zustandsänderung nach der Gleichung (1) und einer solchen nach einem besondern Gezetze $f(p, v) = 0$ aufgetreten ist.

Jedenfalls erscheint aber nach beiden Auffassungen das Differential dS der Entropie als eine Grösse von wesentlich der Art der zugeführten Wärmemenge dQ, und man sollte hiernach erwarten, dass die Entropie die nämlichen Eigenschaften aufweist, die sich soeben für die zugeführte Wärmemenge ergeben hatten. Danach sollte die Entropie bei den einzelnen Körperzuständen vollkommen unbestimmt bleiben, und man dürfte sie folglich auch nicht zu den Zustandsgrössen der Körper rechnen. Dagegen müsste ein bestimmtes Integral von dS einen eindeutig bestimmten Wert erhalten. Und das sind in der Tat die Eigenschaften, auf die schon die vorigen, analytischen Untersuchungen geführt hatten. Dann hat aber die

Entropie diese Eigenschaften nicht nur mit der Wärmemitteilung gemein, sondern gleichzeitig auch mit der äussern Arbeit.

Wenn man die verschiedenen Zustandsgrössen in die Untersuchungen einführen will, so muss man voraussetzen, dass sich ein betrachteter Körper vorübergehend in einem bestimmten, unveränderlichen Zustand befinde. Dabei handelt es sich zuerst um endliche Werte der Zustandsgrössen. Ihre Differentiale braucht man dagegen erst später, sobald man daran geht, die Wärmegleichung für eine unendlich kleine Zustandsänderung aufzustellen. Umgekehrt erscheinen von der mitzuteilenden Wärmemenge, von der äussern Arbeit und von der Entropie zuerst die Differentiale, und zwar dQ und dW beim Aufstellen, dS beim Umformen der Wärmegleichung. Zu den endlichen Werten Q, W und S kommt man dagegen erst bei der Integration dieser Gleichung. Die Entropie verhält sich also auch in der Art ihres Auftretens wesentlich gleich, wie die Wärmemitteilung und wie die äussere Arbeit, aber nicht wie die Zustandsgrössen.

Die letzten Überlegungen zeigen nun übereinstimmend, dass die Entropie nicht die Eigenschaften der Zustandsgrössen besitzt, dass man sie vielmehr, ihrem ganzen Wesen und Verhalten nach, mit der Wärmemitteilung und mit der äussern Arbeit zusammen nehmen muss. Dann muss man aber auch ihr Differential dS, trotzdem, dass es immer ein vollständiges Differential ist, unbedingt der Gruppe von Differentialen zuweisen, zu der dQ und dW gehören, also der zweiten, der Gruppe der Summanden. Die Neumannsche Zuteilung geht hiernach nicht aufrecht zu erhalten.

Wenn nun die Entropie, wie aus den vorstehenden Entwicklungen folgt, bei den einzelnen Körperzuständen keinen bestimmten Wert besitzt, so dürfte man ein bestimmtes Integral von dS eigentlich auch nicht als eine Differenz von vermeintlichen Grenzwerten schreiben. Man sollte vielmehr ein solches Integral, da es tatsächlich eine Summe bedeutet, im Einklang mit den Bezeichnungen Q und W für die bestimmten Integrale von dQ und dW, ebenfalls nur mit einem einzigen Buchstaben darstellen, etwa mit S. Bei der Entropie hat sich aber die Darstellung durch eine Differenz, $S_2 - S_1$, eingebürgert, jedenfalls, weil dS immer ein vollständiges Differential ist, und, weil man die Entropie für eine Zustandsgrösse gehalten hat. Doch kommt den Grössen S_1 und S_2 in Wirklichkeit keine andere Bedeutung zu, wie den Grössen Q_1 und Q_2 in der Gleichung (12). Während es aber bei der Wärmemitteilung keinen Zweck gehabt hätte, die Differenz beizubehalten, erscheint sie bei der Entropie aus einem andern Grunde doch als nicht ungeeignet. Denn man stellt die zugeführte Wärmemenge oft als Fläche $\int T dS$ dar, die von der Kurve T über S begrenzt wird. Dazu muss man einzelne Werte von S berechnen, bei den Gasen nach einer der Gleichungen (7) bis (9), bei andern Körperarten nach den dort geltenden Gleichungen, und die gefundenen Werte dann auf einer S-Achse als Abszissenachse auftragen, jedesmal von dem Nullpunkt aus, von dem aus die benutzte Gleichung die Entropie zählt. Und zu dieser Darstellung passt es etwas besser, wenn man ein bestimmtes Integral von dS als Differenz $S_2 - S_1$ schreibt.

5.

Bei der Umformung der Gleichung (1) für dQ verwendet man immer nur den einzigen integrierenden Faktor $1/T$. Dass der Ausdruck für dQ in Wirklichkeit unendlich viele integrierende Faktoren besitzt, erwähnen zwar einige Lehrbücher, doch gehen sie nicht näher auf diese Frage ein. Sie lassen es daher unentschieden, ob sie sich nur der Einfachheit wegen auf den Faktor $1/T$ beschränkt haben, oder ob sie durch die Verhältnisse dazu gezwungen waren.

Hat man den zum integrierenden Faktor $1/T$ gehörenden Wert S der Entropie gefunden, so kann man alle übrigen Faktoren auf die gemeinschaftliche Gestalt $f(S)/T$ bringen, worin $f(S)$ eine ganz beliebige Funktion der Funktion S bedeutet. Multipliziert man dann dQ mit einem solchen allgemeinen Faktor, und beachtet man (13), so erhält man in

$$\frac{f(S)}{T}\, dQ = f(S)\, dS \equiv dS' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

ebenfalls das vollständige Differential einer Funktion S' der Zustandsgrössen. Aus (14) folgt noch unmittelbar:

$$dQ = \frac{T}{f(S)}\, dS' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

Diesen Ausdruck könnte man aber auch so herleiten, dass man zuerst den Wert von dQ mit $f(S)/T$ sowohl multiplizierte als auch dividierte, und dass man darauf nach (14) die kürzere Bezeichnung dS' einführte. Das wäre also eine blosse Umformung, und daher müssen die Gleichungen (1) und (15) für dQ unter sich genau übereinstimmende Werte ergeben. Ferner folgt aus (14), dass für $dQ = 0$ auch dS und dS' verschwinden. Dann müssen aber alle S' schliesslich auf dasselbe Gesetz der Adiabate führen wie S, wenn auch die ursprünglichen Gleichungen $S' = const.$ meistens verwickelter ausfallen werden, als die Gleichung $S = const.$ Ähnliches muss auch für alle übrigen Entwicklungen gelten, und man sollte daher erwarten, dass man die

Funktionen S' als eine allgemeinere Art von Entropie auffassen dürfte, und dass man sie bei den Rechnungen ebensogut sollte verwenden können wie S.

Die allgemeinen Funktionen S' unterscheiden sich aber doch in einigen wesentlichen Punkten von der gewöhnlich allein als Entropie bezeichneten Funktion S. Zunächst kann nämlich eine Funktion S', auch wenn man die Gestalt des integrierenden Faktors $f(S)/T$ nicht ändert, bei jedem Körperzustand doch noch eine sogar doppelte Unendlichkeit von verschiedenen Werten annehmen, da in den Ausdruck für S', ausser der schon in S enthaltenen willkürlichen Konstanten C, durch die Integration von dS' noch eine zweite, ebenfalls ganz willkürliche Integrationskonstante hineinkommt. Ausserdem werden S und S' immer Funktionen von je zweien der Zustandsgrössen p, v und T. Das Letzte gilt daher im allgemeinen auch von den integrierenden Faktoren $f(S)/T$, nur können unter diesen, ausser dem schon benutzten Faktor $1/T$, noch zwei einfache Faktoren vorkommen, deren einer bloss von v abhängt, der andere bloss von p⁵). Doch haben die Faktoren $f(S)/T$, sowie die Funktionen S' im allgemeinen bei den verschiedenen Körperarten verschiedene Gestalten. Man kann aber die einzelnen Ausdrücke nicht eher angeben als bis man die einzelnen Körperarten getrennt behandelt. Bei den einleitenden Entwicklungen kennt man dagegen die allgemeinen integrierenden Faktoren noch gar nicht. Dort ist man vielmehr nur imstande, den von der Temperatur allein abhängigen, ungeändert für alle Körperarten geltenden Faktor $1/T$ zu bestimmen, und man ist daher gezwungen, sich bei den ersten, allgemeinen Untersuchungen auf die Anwendung dieses einzigen integrierenden Faktors $1/T$ zu beschränken.

Dagegen kann man bei der Behandlung der einzelnen Körperarten allgemeine Faktoren $f(S)/T$ wirklich angeben, nur fragt es sich, ob man sie auch verwenden darf. Beschränkt man sich nun zunächst wieder auf vollkommene Gase, und führt man in die Gleichung (14) möglichst einfache Ausdrücke für $f(S)$ ein, z. B., mit S aus (6):

$$f(S) = e^{\frac{S}{c_v}} = Cpv^{\varkappa}, \text{ oder} \quad \ldots\ldots \quad (16^a)$$

$$f(S) = \frac{S}{c_v} = lgn\,(Cpv^{\varkappa}), \quad \ldots\ldots \quad (16^b)$$

---

⁵) S. z. B. meine Veröffentlichung über „Die integrierenden Faktoren der mechanischen Wärmetheorie“ in dieser Vierteljahrsschrift. Jahrgang XL, 1895, S. 278.

so geht (14) über in:

$$dS' = c_v e^{\frac{S}{c_v}} d\frac{S}{c_v} = c_v C d(pv^\varkappa), \text{ oder } \dots\dots \quad (17^a)$$

$$dS' = \frac{1}{c_v} S dS = c_v lgn(Cpv^\varkappa)\, d\, lgn(Cpv^\varkappa), \quad \dots \quad (17^b)$$

und ergibt, zwischen den Grenzen 1 und 2 integriert:

$$S_2' - S_1' = c_v\left(e^{\frac{S_2}{c_v}} - e^{\frac{S_1}{c_v}}\right) = c_v C(p_2 v_2^\varkappa - p_1 v_1^\varkappa), \text{ oder } \dots \quad (18^a)$$

$$S_2' - S_1' = \frac{1}{2c_v}(S_2^2 - S_1^2) = \frac{c_v}{2}[lgn^2(Cp_2 v_2^\varkappa) - lgn^2(Cp_1 v_1^\varkappa)]. \quad (18^b)$$

Die beiden Gleichungen (18) zeigen nun, dass in den bestimmten Integralen $S_2' - S_1'$ die von S herrührende, willkürliche Konstante C stehen geblieben ist. Sie kann sich nämlich nur aus einer Differenz $S_2 - S_1$ wegheben, die Gleichung (14) ist aber so beschaffen, dass in einem bestimmten Integral von dS' die Differenz $S_2 - S_1$ entweder überhaupt nicht auftritt, oder, wenn sie doch abzusondern geht, dass dann neben ihr noch anders gebaute Funktionen von S_1 und S_2 übrig bleiben. Der erste Fall liegt in (18^a) vor, der zweite in (18^b), wo sich $S_2^2 - S_1^2$ in $(S_2 - S_1)(S_2 + S_1)$ auflösen lässt. Hiernach erscheint es ausgeschlossen, dass die willkürliche Konstante C aus dem bestimmten Integral von dS' verschwinden könnte. Wenn aber C nicht fortfällt, so bleibt $S_2' - S_1'$ willkürlich, und da man mit einer derartig unbestimmten Grösse keine Rechnungen durchführen kann, so muss man auch bei der Behandlung der einzelnen Körperarten auf die Verwendung der allgemeinen integrierenden Faktoren, $f(S)/T$, verzichten.

Da man aber mit dem einfachen Faktor $1/T$ für das bestimmte Integral $S_2 - S_1$ eindeutige Werte erhält, so liegt es nahe, noch zu untersuchen, ob bei den einzelnen Körperarten die andern einfachen Faktoren, soweit sie überhaupt vorhanden sind, vielleicht auch eindeutige Ergebnisse liefern. Bei den Gasen sind nun alle drei einfachen Faktoren wirklich vorhanden, und während man mit $1/T$, also für $f(S) = 1$, aus der Gleichung (3) die Gleichung (4) herleiten konnte, nämlich:

$$dS = dS_T' = \frac{dQ}{T} = c_v d\, lgn(pv^\varkappa), \quad \dots\dots\dots \quad (19)$$

erhält man mit den beiden andern einfachen Faktoren für

$$f(S) = \frac{1}{R} e^{\frac{S}{c_v}} : dS_v' = v^{\varkappa - 1} dQ = \frac{1}{\varkappa - 1} A d(pv^\varkappa) \quad \dots \quad (20)$$

und für

$$f(S) = \frac{1}{R} e^{\frac{S}{c_p}} : d S'_p = p^{-\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} d Q = \frac{\varkappa}{\varkappa-1} A d \left(p^{\frac{1}{\varkappa}} v\right). \quad . \quad (21)$$

Aus diesen drei Gleichungen folgen dann noch für die Wärmemitteilung die Ausdrücke:

$$d Q = T d S = v^{-(\varkappa-1)} d S'_v = p^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} \mathrm{d} S'_p. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

Die letzten Gleichungen enthalten nun keine willkürlichen Konstanten mehr. Trotzdem bleiben aber die einzelnen Werte der S' unbestimmt, weil bei der Integration, wie immer, eine willkürliche Integrationskonstante additiv dazu tritt. Diese Kontante hebt sich jedoch in der Differenz $S'_1 - S'_1$ auch hier weg, so dass wiederum das bestimmte Integral der dS' eindeutig bestimmte Werte erhält. Und das hätte sich auch ergeben, wenn ich in (19) für dS nicht den Wert aus der Gleichung (4) eingesetzt hätte, sondern den unbestimmten aus der Gleichung (6). Denn die in (6) unter dem Logarithmus auftretende willkürliche Konstante C hat nur die Bedeutung einer Integrationskonstanten, und sie verschwindet daher aus einem bestimmten Integral von $d S'_T$. Ferner bestätigen die Gleichungen (19) bis (21) das vorhin allgemein gefundene Ergebnis, dass alle integrierenden Faktoren auf denselben Verlauf der Adiabate führen; bei den Gasen ist es die Gleichung $pv^{\varkappa} = const.$ Und wenn man noch die Werte der verschiedenen dS' in die mehrfache Gleichung (22) einsetzt, so kann man auch leicht die drei verschiedenen Ausdrücke für dQ in übereinstimmende Gestalten umformen.

Aus diesem Verhalten der verschiedenen Funktionen S' folgt nun, dass man jede als eine besondere Art von Entropie auffassen kann, und dass man daher auch, zunächst wenigstens bei den Gasen, jeden der dortigen einfachen integrierenden Faktoren wirklich verwenden darf. Alle diese Faktoren führen auch auf vollständig übereinstimmende Schlussergebnisse, nur erreichen sie das auf teilweise etwas verschiedenen Wegen. Denn man müsste bei den Entwicklungen eine allgemeine Drucklinie so in eine Zickzacklinie auflösen, dass man zwischen je zwei unendlich benachbarte Adiabaten beim integrierenden Faktor $1/T$ Isothermen einschaltete, beim Faktor $v^{\varkappa-1}$ Linien konstanten Volumens und bei $p^{-(\varkappa-1)/\varkappa}$ Linien konstanten Druckes. Sollte man ferner die mitzuteilende Wärmemenge $\int dQ$ durch eine Fläche veranschaulichen, so müsste man diese der Reihe nach begrenzen durch Linien T über S, $v^{-(\varkappa-1)}$ über S'_v und $p^{(\varkappa-1)/\varkappa}$ über S'_p. Dabei fielen allerdings die beiden letzten Darstellungen etwas verwickelter aus, als die erste, weil man gebrochene Potenzen von v und p auftragen müsste. Endlich folgt noch aus den Gleichungen (19) bis (21), dass die veränderlichen Glieder der drei Entropiearten $S \equiv S'_T$, S'_v und S'_p verschieden gebaute Funktionen der Zustandsgrössen der Körper bilden.

Die letzten Schlussfolgerungen gelten nun nicht nur für vollkommene Gase, sondern ganz allgemein für alle Körperarten. Denn die einfachen integrierenden Faktoren hängen, ausser von je einer der Zustandsgrössen, nur noch von den physikalischen Konstanten des Körpers ab. Man könnte allerdings eine beliebige Konstante als Faktor hinzufügen, ein solcher Faktor würde aber nur die Masseinheit für die Messung der Werte der S' beeinflussen, so dass er hier nicht weiter in Betracht kommt. Dagegen können die einfachen integrierenden Faktoren, ihrem Wesen nach, niemals eine willkürliche additive Konstante enthalten. Daher führen sie immer auf eindeutig bestimmte Werte der bestimmten Integrale der S', und daraus folgt, im Verein mit den andern, schon vorhin allgemein nachgewiesenen Eigenschaften, dass bei jeder Körperart alle ihre einfachen integrierenden Faktoren wirklich anzuwenden gingen.

Dann bleibt aber bei der Behandlung der einzelnen Körperarten doch noch eine gewisse Willkürlichkeit bestehen, die sich allerdings nicht auf die Schlussergebnisse erstreckt, sondern nur auf den Weg, den man bei den Entwicklungen einschlagen könnte. Man müsste nämlich eigentlich immer zuerst eine Entscheidung darüber treffen, welchen der einfachen Faktoren man jedesmal anwenden sollte. Nun hat sich gezeigt, dass man bei den ersten, allgemeinen Untersuchungen nur mit dem Faktor $1/T$ arbeiten kann. Wollte man trotzdem in die spätern Rechnungen noch einen der andern einfachen Faktoren einführen, so wäre das jedenfalls umständlicher, es könnte sogar Irrtümer veranlassen. Ferner sind nach v und nach p einfache Faktoren gar nicht überall vorhanden, die vorhandenen gleichen sich aber im allgemeinen bei den verschiedenen Körperarten nicht, und sie sind endlich verwickelter gebaut, als $1/T$. Aus allen diesen Gründen empfiehlt es sich doch, die andern einfachen Faktoren ganz beiseite zu lassen und überhaupt nur den allgemein gültigen integrierenden Faktor $1/T$ zu verwenden. Man ist aber zu dieser Beschränkung in keiner Weise gezwungen, sondern man legt sie sich freiwillig auf, um die Entwicklungen zu vereinfachen, und um sie auch sonst zweckmässiger zu gestalten.

Stratiotes aloides L. bei Zofingen.

Von

H. Fischer-Sigwart (Zofingen).

(Als Manuskript eingegangen am 20. Februar 1919).

Von dieser zu den Hydrocharitaceen gehörenden Pflanze erhielt ich ums Jahr 1900 aus dem botanischen Garten in Basel einige Exemplare und verpflanzte sie in das kleine Weiherchen in meinem „Rebberge“, wo sie aber nicht recht gedeihen wollten. Immerhin machte ich schon hier die Beobachtung, dass die Pflanze sich beim Herannahen des Winters unter die Wasserfläche versenkte und im Frühling wieder emportauchte und die Blätterbündel über dem Wasser entwickelte. Um den gänzlichen Verlust der Pflanze zu vermeiden, versetzte ich sie in einen nahen Weiher, den „Haldenweiher“, wo ich bald bemerkte, dass sie sich ausbreitete und vermehrte. Die Vermehrung geschah durch Triebe, die sich am Stamme oder Strunk entwickelten und sich dann loslösten. Aus jedem der abgefallenen Triebe entstand dann eine neue Pflanze mit grosser Blattrosette. Die Blätter, und im Mai und Juni auch die Blütenstengel mit je einer weissen Blüte, entwickelten sich aus dem Wasser heraus, über der Oberfläche desselben, so dass diese bald wie eine grüne Wiese aussah. Auch gingen die fadenförmigen Wurzeln nicht in den Schlamm des Weiherbodens, wie in Botanikbüchern zu lesen ist, sondern hingen frei ins Wasser hinunter; viele berührten den schlammigen Boden kaum. Dies konnte leicht konstatiert werden, wenn man eine der Pflanzen herausnahm, wobei man die Wasserwurzeln und auch zu jeder Zeit die Seitentriebe am Strunk sehen konnte. Auch bekam man dann einen Begriff davon, warum die Pflanze Wasseraloë genannt worden ist, indem die ziemlich fleischigen Blätter an den Seiten in ziemlichen Abständen Dornen tragen, ähnlich denen von *Agave americana*, welche Pflanze unter dem Namen Aloë bekannt ist. Die Blätter der Wasseraloë sind aber nur schmal, 2—3 cm breit.

Im Haldenweiher, einem alten Feuerweiher Zofingens, vermehrte sich nun diese Wasseraloë bald so, dass sie die andern darin befindlichen Wasserpflanzen zu verdrängen drohte. Sie wurde deshalb, erstmals 1913, zum grössten Teil herausgefischt. Es war ein Quantum, mit dem man einen Eisenbahnwagen hätte füllen können, das herausgenommen wurde. Die andern Pflanzen, denen man Platz verschaffen wollte, waren amerikanische weisse, rote und hellgelbe Seerosen (*Nymphæa alba* L., *Nymphæa rubra Roxb.*, und *Nymphæa mexicana Zucc.*), sowie *Nymphoides orbiculata Gilib.* L., die ebenfalls seinerzeit eingesetzt worden waren. Der Weiher enthält ferner *Elodea canadensis Michaux polyrhiza* (L.) Schleiden, sowie am Rande *Acorus Calamus* L., *Butomus umbellatus* L., *Menyanthes trifoliata* L., *Schœnoplectus mucronatus* (L.) *Pulla* und andere. Für diese schönen und seltenen Wasserpflanzen war nun für einmal wieder Raum geschaffen. Allein die Wasseraloë vermehrte sich im folgenden Jahre wieder so sehr, dass sie schon im Jahre 1915 wieder zum grössten Teil herausgezogen werden musste, und zwar wieder ein ganzes Fuder, wie im Jahre 1913. Das gleiche geschah schon im folgenden Jahre wieder und von da an alle Jahre, im Jahr 1918 sogar einmal im Frühling und einmal im Herbst. Die günstigere Zeit, um die allzu rasche Vermehrung zu hemmen, ist der Herbst, wenn die Seitentriebe noch nicht entwickelt sind oder so klein, dass sie beim Herausfischen nicht so leicht abbrechen.

Bei dieser letztern Arbeit fiel es im Frühling 1917 einem Arbeiter ein, einige Stöcke dieser Pflanze in den „Bärmoosweiher", einen andern, grösseren Feuerweiher Zofingens, zu verbringen, in welchem viele Fische und auch Krebse existierten. Auch hier vermehrte sich die Wasseraloë rasch so stark, dass im Sommer 1918 der grösste Teil der Wasserfläche davon bedeckt war, und man auch hier daran denken musste, dafür zu sorgen, dass die darin seit vielen Jahren wachsenden weissen und gelben einheimischen Wasserrosen (*Nymphæa alba* L. und *Nuphar luteum* (L.) Sibth. et Sm. nicht verdrängt würden. Auch sollte dieser Weiher zur Fischhaltung hergerichtet werden, und der Pächter, der sich mit letzterer befassen wollte, befürchtete, das die Wasseraloë dies erschweren oder sogar verunmöglichen könnte. Um hier gründliche Arbeit zu verrichten und diese Pflanze, im „Bärmoosweiher" gründlich zu beseitigen, wurde der Weiher ausgelassen und vollständig entleert, und die Fische und Krebse wurden interimistisch anderwärts versorgt. Dann wurde der Weihergrund, der sich seit Jahren mehr als ein Meter tief angesammelt hatte, ausgehoben, bis an die Stellen, wo sich die Seerosen angesiedelt hatten, was im Dezember 1918 mehrere Arbeiter wochenlang beschäftigte. Dieser Weiher ist nun wieder mit Wasser gefüllt, und die Fische und Krebse, sowie auch eine Menge brauner Wasserfrösche, die sich schon im November zum Winterschlaf in den Schlamm des Weihergrundes begeben hatten, und die ebenfalls inzwischen in einem Vorweiher aufgehoben worden waren, sind wieder in den Weiher versetzt worden. Der Frühling und Sommer 1919 wird nun zeigen, ob es gelungen sei, die Wasseraloë in diesem Weiher gänzlich oder doch so zu beseitigen, dass Exemplare, die etwa noch zum Vorschein kommen sollten, leicht herausgezogen werden könnten. Auch die Krebse, die seit Menschengedenken in diesem Weiher existiert haben, hofft man durch diese Reinigungsprozedur nicht in ihrer Fortexistenz gestört zu haben.

Im Haldenweiher aber, der vor einigen Jahren von der Behörde wegen seiner seltenen Pflanzen und wegen des in ihm sich abwickelnden Tierlebens als Naturdenkmal erklärt worden und unter Schutz gestellt worden ist, soll die Wasseraloë erhalten bleiben, aber immerhin so zurückgehalten werden, dass die andern im Weiher vorhandenen Wasserpflanzen nicht in ihrer Fortexistenz bedroht werden.

Nachschrift. Im Frühling 1919 hat sich gezeigt, dass die Entfernung der Wasseraloë aus dem Bärmoosweiher gelungen ist, und dass die darin befindlichen weissen und gelben Seerosen erhalten blieben. Diese glaubte man ebenfalls vernichtet; aber spät im Juni, als sie an andern Orten schon blühten, entwickelten sie Blätter und vegetieren wieder in diesem Weiher.

Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte.

Von

FERDINAND RUDIO und CARL SCHRÖTER

49. Die Eulerausgabe (Fortsetzung[1]).

Während wir in unserem letzten Berichte leider genötigt waren, von einem vollständigen Stillstande der Eulerausgabe zu sprechen, wenigstens soweit es die Arbeit in der Druckerei betraf, haben sich die Verhältnisse im neuen Jahre in erfreulicher Weise gebessert. Insbesondere haben Satz und Druck des Bandes I_6, Algebraische Abhandlungen, herausgegeben von F. RUDIO und P. STÄCKEL, erfreuliche Fortschritte gemacht, sodass mit Sicherheit darauf gerechnet werden kann, dass der Band im Jahre 1920 werde erscheinen können. Auch an dem Bande II_{14}, Ballistische Arbeiten, herausgegeben von F. R. SCHERRER konnte fleissig gearbeitet werden. Er wird wohl ebenfalls im Jahre 1920 herauskommen.

50. Nekrologe.

Konrad Brandenberger (1873—1919, Mitglied der Gesellschaft seit 1902).

In der Morgenfrühe des 2. Januar starb sechsundvierzigjährig nach monatelangem qualvollem Leiden Konrad Brandenberger [geboren am 21. Juli 1873], Professor der Industrieschule und der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich.[2]) Ich will versuchen, im folgenden sein Bild zu zeichnen, wie es mir vor der Seele steht. Er ist als Lebender seinen Schülern Erzieher und Führer, seinen Kollegen Vorbild gewesen von einer Wirkungskraft ohnegleichen. Möchte es mir gelingen, sein Wesen so zu erfassen und wiederzugeben, dass ihm seine Macht über den leiblichen Tod hinaus nicht verloren geht.

Konrad Brandenberger begegnete mir zum erstenmal in der Mitte der 1890er Jahre in mathematischen Vorlesungen der Technischen

---

[1]) Siehe die Notizen 47 (1918), 45 (1917), 43 1916), 41 (1915), 38 1914), 36 (1913), 34 (1912), 32 (1911), 29 (1910), 26 (1909), 24 (1908), 22 (1907).

[2]) Mit gütiger Erlaubnis von Verfasser und Redaktion abgedruckt aus Nr. 86 der «Neuen Zürcher Zeitung» vom 19. Januar 1919.

Hochschule, die wir beide besuchten. Wir traten uns rasch näher, da wir schon durch die gemeinsame bäuerliche Abstammung manche Berührungspunkte hatten. Richtig gefunden zu einem Lebensbund, wie er schöner nicht gedacht werden kann, haben wir uns aber erst etwa ein Dutzend Jahre später, in gemeinsamer Arbeit für die Reform des mathematischen Unterrichts sowie unseres schweizerischen Mittelschulwesens überhaupt.

Brandenbergers Heimat war ein Bauernhaus im zürcherischen Flaach. An ihr hing er mit zärtlicher Liebe. Zum Vater, dessen Herzensbildung ungewöhnlicher Natur war, hatte der Sohn zeitlebens ein besonders inniges Verhältnis. Als jener vor Jahresfrist starb, ging ihm das sehr nahe. Er schrieb mir damals, dass kein anderer Mensch ihn so verstanden habe wie sein Vater. Als Knabe schon wusste Konrad, dass er zum Lehrer geboren war. Ich betrachtete es als glückliche Fügung, dass er im Seminar Unterstrass herangebildet wurde. Die Herbart-Zillersche Schulung, die ihm dort durch den Zillerschüler Hug zuteil wurde, hat ihn später, freilich kraft eigener natürlicher Begabung, die herrlichen Früchte ernten lassen, die wir ihm verdanken. Auch wurde die Liebe zur mathematischen Wissenschaft dort geweckt durch den anregenden Unterricht des Mathematiklehrers. Als Waisenhauslehrer sehen wir den jungen Mann in den nächsten Jahren fast täglich zur Universität wandern, wo aus dem Lehrer wieder ein eifriger Schüler wird. Mit besonderem, wahrlich berechtigtem Stolz hat Brandenberger später, wenn er auf diese Entwicklungszeit zu reden kam, immer die Tatsache unterstrichen, dass seine Studien von den Eltern nicht bloss kein Opfer verlangten, sondern dass er in den Studienjahren noch Ersparnisse aus seinem Lehrergehalt zurücklegen konnte. Er besuchte in erster Linie die Vorlesungen des Zahlentheoretikers Professor Meyer. Mit 25 Jahren wird ihm, dessen aussergewöhnliche Lehrgabe in weiteren Kreisen bekannt geworden war, eine ledige Lehrstelle für Mathematik an der Industrieschule Zürich angeboten. Er arbeitet sich mit Feuereifer in die neue Schulstufe ein und beschliesst gleichzeitig während des ersten Dienstjahres an der Industrieschule seine akademischen Studien mit einer funktionentheoretischen Promotionsschrift über konforme Abbildungen, zu der er durch Professor Burkhardt, den Nachfolger Meyers, angeregt worden war. Während des Fortschreitens und Gestaltens dieser wissenschaftlichen Erstlingsarbeit konnte ich zum erstenmal jenen Zug beobachten, der für Brandenbergers geistiges Arbeiten so charakteristisch war. Er arbeitete nicht mit dem Verstand allein, mit seinem ganzen Wesen suchte er den Gegenstand seiner Arbeit zu erfassen; das Gemüt, das Herz hatte mindestens soviel Anteil wie das Gehirn.

Das Nämliche gilt für seine Schularbeit. So erklären sich seine grossen Erfolge. Er war der geborene Lehrer, dessen reiche Naturgabe des Unterrichten- und Erziehenkönnens getragen wurde durch die bewusste Beherrschung der pädagogischen Lehren Pestalozzis und vor allem Herbart-Zillers. Sein gesamter Unterricht war nach dieser Lehre aufgebaut, aber ja nicht mechanisch äusserlich, sondern aus eigenstem individuellem Gestalten des modernen Menschen heraus. Die einzelne Lehrstunde war bei ihm ein Ganzes, ein vollendetes Kunstwerk im Aufbau und in der Durchführung. Dabei war der Unterricht immer in der Selbstbetätigung der Schüler verankert und durch möglichste Pflege praktischer

Anwendungen belebt. Brandenberger betrachtete als erste und wichtigste Aufgabe des mathematischen Unterrichts Weckung schöpferischer Selbsttätigkeit, Anregung der Phantasiekräfte; erst in zweiter Linie kam bei ihm Stärkung des logischen Denkens. Man beachte seinen aufschlussreichen Aufsatz über die Phantasie (in der «Schweizerischen Lehrerzeitung», Jahrgang 1918). Er trat auch von Anfang an dafür ein, dass der gesamte mathematische Unterricht einer Klasse in der gleichen Hand liegen müsse aus erzieherischen Gründen wie im sachlichen Interesse. Diesem Grundsatz zuliebe scheute er keine Mühe, die Lücken in der darstellenden Geometrie, die in seinem Bildungsgange begründet lagen, durch Selbststudium auszufüllen.

Ein Hauptgrund seiner starken Wirkung als Lehrer und Erzieher, meines Erachtens der wesentliche, darf ja nicht übersehen werden. Die grösste Kraft ging vom Menschen Brandenberger, von seiner Persönlichkeit aus. Mit dem untrüglichen Instinkt der Jugend erkannten seine Schüler den grossen Charakter. Sie wussten, dass sie sich mit absoluter Sicherheit auf ihn verlassen konnten, und dass er ihre Nöte verstand. Darum brachten sie ihm ein unbegrenztes Vertrauen entgegen. Dazu das frohgemute Wesen, das die Güte selber war. Ist es da zum Verwundern, wenn sich die jungen Leute von ihm verstanden fühlten? Und das war nun ausgerechnet ein Mathematiker voll glühender Begeisterung für sein Fach.

Brandenberger bekleidete neun Jahre lang das Prorektorat der Industrieschule. Da ihn die damit verbundene umfangreiche verwaltungstechnische Arbeit auf die Dauer nicht befriedigte, die Arbeitslast bei den vielen andern Verpflichtungen aber drückte, trat er vor zwei Jahren von diesem Amt zurück.

Seine Natur verlangte auch eine tätige Anteilnahme an den öffentlichen Fragen, am politischen, staatsbürgerlichen Leben. Jahrelang war er Präsident des demokratischen Kreisvereins. Eine an Initiative reiche Tätigkeit entfaltete er auch während vieler Jahre in der Kreisschulpflege.

Die grosse Liebe zum Beruf, gepaart mit dem Verlangen nach Vervollkommnung, nach Weiterbildung liess Brandenberger 1901 mit Herrn Dr. Gubler im Bunde zum Begründer des Vereins schweizerischer Mathematiklehrer werden. Dieser Verein hat in vieler Hinsicht segensreich gewirkt. Durch seinen Vorstoss im Frühling 1912 sind beispielsweise die Widerstände der schweizerischen Hochschulen, im besondern der technischen Hochschule, gegen die Einrichtung praktischer Einführungskurse in den Mittelschulunterricht überwunden worden. Brandenberger wurde im Lauf der Jahre immer mehr zur eigentlichen Seele, zum geistigen Mittelpunkt des Vereins. Er hat ihm je und je mit seiner temperamentvollen, pädagogisch sichern Führernatur neue Quellen aufgeschlossen. Die fruchtbarste Anregung ging immer von seinen Referaten aus, die in der Regel das Resultat reifer Erprobung im Unterrichte waren. Ich erwähne hier nur die folgenden: «Die arithmetischen Theorien der Irrationalzahlen», «Die Bedeutung der Differential- und Integralrechnung für die Naturwissenschaft» und «Das abgekürzte Rechnen». Die zwei letzten sind in der «Schweizerischen pädagogischen Zeitschrift» 1915 erschienen. Die Monographie über das abgekürzte Rechnen ist eine klassische Leistung. Ich kenne in diesem Gebiete nichts ihr Ebenbürtiges.

Der Rechenunterricht unserer Sekundar- und Mittelschulen krankt in diesem Punkte auch heute noch. Es wäre sehr zu wünschen, dass Brandenbergers leichtfasslicher, idealer Lehrgang des abgekürzten Rechnens überall Eingang fände. Brandenberger hat dem Verein, der heute 180 Mitglieder zählt, dem neben einer Reihe Hochschullehrer sämtliche Mathematiklehrer der schweizerischen Mittelschulen angehören, in den Jahren 1910 bis 1912 in vorbildlicher Weise vorgestanden und hat ihm in der denkwürdigen Jahresversammlung in Lausanne im Herbst 1912 mit seinem Arbeitsprogramm auf Jahre hinaus die Wege fruchtbarster Betätigung gewiesen.

Brandenbergers grösstes Verdienst aber sind ausser seiner Vorbildlichkeit als Lehrer und Erzieher zwei Taten, die allein schon seinem Namen eine bleibende Stelle sichern in der Geschichte unseres schweizerischen Mittelschulwesens. Seine Darstellung des mathematischen Unterrichts der schweizerischen Gymnasien und Realschulen, die 1911 als viertes Heft eines Sammelbandes auf Veranlassung der Internationalen mathematischen Unterrichtskommission bei Georg u. Cie. in Genf herauskam, ist ein standard work ersten Ranges. Nicht allein bringt es in mustergültiger Klarheit und Übersichtlichkeit das wirkliche Bild des bisherigen Unterrichts, es legt den Finger auch unbarmherzig auf wunde Stellen, weist Wünsche auf und zeigt den Weg in eine bessere Zukunft. Es hat die Reformarbeiten, in denen wir heute stehen, vorbereitet, ja, im Grunde, erst möglich gemacht. Für das Studienjahr 1912/13 erteilte der schweizerische Schulrat Brandenberger versuchsweise einen zweistündigen Lehrauftrag «Einführung .in den mathematischen Unterricht». Seine Lösung der gar nicht leichten Aufgabe war derart, dass alle Bedenken und Einwände verstummten, die Einrichtung nach Jahresfrist an der Technischen Hochschule zu einer dauernden wurde. Mehr noch, die Universität Zürich folgte 1915/16 nach, indem sie Brandenberger mit der Leitung eines zweistündigen Semesterkurses über allgemeine Didaktik des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts beauftragte. Diesem Kurse folgten solche spezieller Didaktik in Mathematik, Biologie, Chemie, Geographie und Physik. Auch diese Kurse sind zu einer bleibenden Einrichtung geworden, und sie haben ihrerseits den Kursen der sprachlich-historischen Fächer freie Bahn geschaffen. So hat Brandenberger durch seine mustergültige, vorbildliche Durchführung dieser Didaktikkurse — ich habe von Teilnehmern und Besuchern nur Ein Lob gehört — pädagogischen Bestrebungen zum Siege verholfen, die auf Jahrzehnte zurückreichen. Es wird sehr schwer halten, ihn hier zu ersetzen. Ich würde es sehr begrüssen, wenn es möglich wäre, seine Vorlesung über allgemeine Pädagogik, wenigstens deren Hauptgedanken, einem weiteren Kreise zugänglich zu machen. Die Technische Hochschule verlieh Brandenberger im Sommer 1918 für seine Verdienste den Professortitel. Die Universität hatte schon vorher versucht, ihn ganz zu sich herüberzuziehen. Er hatte, der übernommenen Pflicht, Leitung der Didaktikkurse in inniger Verbindung mit dem Dienst an der Mittelschule, Treue wahrend, allen Lockungen widerstanden. Bezeichnend für seine Art war es, dass er selber in dem Jungbrunnen pädagogischer und unterrichtlicher Hauptprobleme, dem durch die Hospitier- und Probestunden in seinen Klassen stets neue Nahrung zugeführt wurde, sich verjüngte, zulernte, seinen eigenen Unterricht zu «veredeln» bestrebt war.

Einen köstlichen Jungbrunnen, der ihn frisch erhielt, besass er auch in seinem Heim. Für alles, was ihn bewegte, fand er bei seiner Frau volles Verständnis. Mit ihr besprach und beriet er alle seine pädagogischen und wissenschaftlichen Arbeiten und Pläne. Sie leitete auch die Erziehung der drei Kinder, die zu seiner tiefen Freude hoffnungsvoll sich entwickelten. Aus allem Frieden und Glück der Häuslichkeit, aus der Vollkraft des Schaffens und Wirkens hat das unerbittliche Schicksal einen der Edelsten und Tüchtigsten herausgerissen. Ein unerkanntes Nierenleiden muss schon seit Jahren an der unerschöpflich scheinenden Lebenskraft des starken und rastlos tätigen Mannes gezehrt haben. Ein erster Zusammenbruch erfolgte im Winter 1912. Eine schwierige Operation brachte scheinbar Heilung. Abgesehen von einer grossen Empfindlichkeit der Herztätigkeit, die den bisher so Gesunden zu ungewohnten und lästigen Rücksichten zwang, war die Arbeitskraft nicht nur unvermindert, sie schien sogar noch zuzunehmen. In den Sommerferien 1918, die er wie gewöhnlich mit seiner Familie in Linthal verbrachte, kam ein Krankheitsfall über ihn, der als Grippe gedeutet wurde. Er erholte sich nur vorübergehend. Am 2. Januar 1919 erlosch sein Leben nach harten, schmerzensreichen Kämpfen. Eine stimmungsvolle, ergreifende Totenfeier im neuen Krematorium am Spätnachmittag des 4. Januars beschloss sein irdisches Wesen. Uns aber, die wir ihm im Leben nahegestanden, tröstet die Zuversicht, dass er uns nicht umsonst gelebt. Aus jedem seiner Werke, jeder seiner Handlungen spricht sein Geist zu uns. Können wir denn anders als ihm die Treue wahren!

K. M[atter].

Georg Ruge (1852—1919, Mitglied der Gesellschaft seit 1898).

Noch steht der seltene Mann in der ganzen Geschlossenheit seines Wesens vor unserm geistigen Auge, der während nahezu zweiundzwanzig Jahren als Lehrer an der Zürcher Hochschule mit voller Seele gewirkt und in den Herzen aller derer, die ihm innerlich nahe getreten, durch seinen Tod eine schmerzliche Lücke gerissen hat.[1] Der Hauch der Kultur, der von seinem Wesen ausströmte und seine Worte durchwehte, umfängt uns noch, ein Vermächtnis der Welt, in der er geboren und aufgewachsen war. Sein Vater war Dr. Ludwig Ruge von Rügen, Arzt in Berlin, sein Grossvater mütterlicherseits der Gynäkologe Karl Wilhelm Mayer, der Gründer der Geburtshilflichen Gesellschaft in Berlin. Der bekannte freisinnige Philosoph und demokratische Politiker Arnold Ruge war sein Oheim, ebenso — als Schwager seiner Mutter — Rudolf Virchow. Dieses Milieu vorwiegend medizinischen Geistes mag Georg Ruges Lebensweg mitbestimmt haben; doch trat bei dem im Jahre 1852 [am 19. Juni] in Berlin Gebornen schon während der Knabenzeit die Gabe scharfer Naturbeobachtung auffallend in Erscheinung, und während der Ferienaufenthalte auf dem

---

[1] Mit gütiger Erlaubnis von Verfasser und Redaktion abgedruckt aus Nr. 165 der «Neuen Zürcher Zeitung» vom 3. Februar 1919.

Lande, die ihm bis in seine letzten Lebenstage in froher Erinnerung blieben, offenbarte sich seine angeborne Freude zur Natur. Da war denn Jena mit seiner Universität und reizvollen Umgebung der Boden, wo solche Anlagen sich entfalten und betätigen konnten. Georg Ruge verbrachte dort die ersten Semester seines Studiums und sah sich bald durch Ernst Haeckels Geist gefesselt. Ihm und dem damals noch in Jena lehrenden Carl Gegenbaur verdankte er den tiefgreifenden Einfluss auf seine geistige Entwicklung. Nicht dass er sich von den biologisch-anatomischen Studien in einseitiger Weise hätte absorbieren lassen; auch bei Kuno Fischer und andern hörte er Vorlesungen, und damals schon, wie durch sein ganzes späteres Leben hindurch, fand er Zeit, sich in die Blätter der Geschichte und der schönen Literatur zu vertiefen. Während der höhern Semester, die er in Berlin absolvierte, waren es namentlich die Sektionen und Demonstrationen bei Rudolf Virchow, die ihn mächtig förderten. Mit einer Dissertation, betitelt: «Beiträge zum Wachstum des menschlichen Unterkiefers» promovierte er 1875 in Berlin, und 1876 bestand er die medizinische Staatsprüfung.

Mit demselben Jahre, das ihn als Assistenten an die Seite seines verehrten Lehrers Carl Gegenbaur nach Heidelberg rief, begann für Georg Ruge ein neuer Lebensabschnitt. Heidelberg, inmitten eines Landes, das seiner Wanderlust und Naturfreude so viel verhiess und viel gegeben hat, zugleich auch die Stätte, wo ein Kreis anregender Menschen zu lebendigem Meinungsaustausch sich zusammenfand und Fragen der Wissenschaft und des Lebens aufrollte und besprach; nicht zuletzt aber der Ort, wo unter dem grossen Genius der vergleichenden Anatomie seine glänzende wissenschaftliche Tätigkeit ihren Anfang nahm. Seine 1880 erschienene Habilitationsschrift ist noch einem entwicklungsgeschichtlichen Thema gewidmet. Sie führt den Titel: «Untersuchungen über Entwicklungsvorgänge am Brustbein und an der Sternoclavicularverbindung der Menschen» und erbrachte den wichtigen Nachweis, dass das Brustbein das Produkt der Vereinigung von Rippen ist. Aber schon früher hatte Ruge in drei Publikationen die Ergebnisse seiner Untersuchungen an der Muskulatur der untern Gliedmasse niedergelegt und damit die Vorarbeiten zur Lösung der Probleme begonnen, die mit den Vorgängen der Aufrichtung des menschlichen Körpers und der Erwerbung des aufrechten Ganges verknüpft sind und ihn zeitlebens auf das lebhafteste beschäftigt haben.

Eine seiner eigensten Domänen der Forschung betrat Georg Ruge 1886 mit seiner vergleichend-anatomischen Studie «Über die Gesichtsmuskulatur der Halbaffen», der im nächsten Jahre seine berühmte Monographie über die Gesichtsmuskulatur der Primaten folgte, ein Folioband, begleitet von acht nach des Autors eigenen feinen Handzeichnungen ausgeführten lithographischen Tafeln. Keineswegs sah er damit die Erforschung der Entstehungsgeschichte der hochgradig entwickelten und kunstvoll angeordneten Gesichtsmuskulatur der Affen und des Menschen und der Ausbreitung des sie versorgenden Gesichtsnervs als erledigt an; wiederholt noch griff er in dieser Frage zu Feder und Zeichenstift, und es mag zeigen, wie objektiv er seinen eigenen Werken gegenüberstand, wenn er noch 1911 in einer Abhandlung über die Gesichtsmuskulatur des Gibbon schreibt: «Das ganze Gebiet ist erst in die Anfangsbahnen einer streng wissenschaflichen Durchforschung geleitet worden.» Neben diesen Ergebnissen wissenschaftlicher Forschung entstanden während der Heidelberger Jahre die «Anleitungen zu den Präparierübungen». Bedenkt man, dass Ruge ausserdem noch als Mitarbeiter an Gustav Schwalbes Jahresberichten über die Fortschritte der Anatomie tätig war, so staunt man über die Fülle von Arbeit, die er in dieser Periode seines Lebens bewältigte.

Sie war eine Zeit angestrengter Arbeit, aber auch eine Zeit des Glücks! Zum ausserordentlichen Professor ernannt, führte er damals seine Gattin, eine Tochter des angesehenen St. Galler Augenarztes Dr. Bänziger, heim, die durch ihr Verständnis für die Charakterzüge und Arbeitsziele des Verstorbenen die Ehe zu einer Harmonie gestaltete, wie sie dem Wesen des trefflichen, einheitlich geprägten Mannes entsprach.

Im Jahre 1888 folgte Georg Ruge einem Rufe als ordentlicher Professor der Anatomie und Direktor der Anatomischen Anstalt an die städtische Universität Amsterdam. Auch hier verlebte er wissenschaftlich reiche Jahre. Er stand auf einem Posten, wo ihm Hollands tropische Kolonien und weltumspannender Seeverkehr wertvolles und mannigfaltiges Untersuchungsmaterial aus unversieglichem Born zufliessen liessen. Da war keine Ordnung der rezenten Säugetiere, die nicht durch seltene Formen vertreten gewesen wäre und dem Forscher Anregungen zu seinen vergleichenden Studien gegeben hätte; besonders zogen ihn die niedersten und die höchsten Formen dieser Tierklasse in ihren Bann: die Kloakentiere und Beuteltiere auf der einen und die Primaten auf der andern Seite. Die Untersuchung der erstgenannten Gruppe namentlich erwies sich als bedeutungsvoll, nicht allein deshalb, weil sie die Verhältnisse des für diese Tiere charakteristischen Brustbeutels klarlegten und die Ableitung des Knorpelskeletts des äussern Ohres vom Hyoidbogen bewiesen, sondern weil sich von ihnen aus Licht auf die Probleme der Hautmuskulatur bei den Primaten ergoss. Diese hat Ruge in doppelter Hinsicht verfolgt: in ihrer Differenzierung zur Gesichtsmuskulatur und in ihrer Rückbildung zu den Resten des Hautrumpfmuskels. In Amsterdam aber reifte vor allem die Serie von Arbeiten über die metamere Verkürzung des Rumpfes und ihre Beurteilung im Lichte der Aufrichtung des Körpers. Sie wurde eingeleitet mit der Publikation «Anatomisches über den Rumpf der Hylobatiden»; das Material, worauf sie sich gründete, war von dem Zoologen Max Weber in Niederländisch-Ostindien gesammelt worden, mit dem Ruge durch Bande der Freundschaft und verwandter wissenschaftlicher Ziele verbunden war.

Gemeinsam mit seiner Gattin brachte Georg Ruge die ersten Monate des Jahres 1897 in Neapel zu, wo er an der Zoologischen Station den holländischen Arbeitsplatz innehatte. Nach genussreichem Aufenthalt mit einer Sammlung wertvollen Materials nach Holland zurückgekehrt, sah er sich bald vor eine bedeutsame Entscheidung gestellt. Von Zürich erging der Ruf an ihn, die ordentliche Professur für Anatomie und die Direktion des Anatomischen Instituts der Universität an Stelle des nach Würzburg ziehenden Philipp Stöhr zu übernehmen. Ein plötzlicher Abbruch des schon weit fortgeschrittenen planmässigen Ausbaus der Amsterdamer anatomischen Sammlung mochte ihm schmerzlich sein; aber durch die dortigen unzulänglichen Räumlichkeiten war er in seiner Arbeit vielfach gehindert gewesen, und dazu kam noch, dass sich das Klima von Amsterdam ihm nicht als zuträglich erwies. Anderseits lockten ihn, den Naturfreund, die Lage der Stadt Zürich und die landschaftlichen Schönheiten der Schweiz.

Er entschied sich für Zürich und trat am 1. Oktober 1897 seine neue Stellung an. Reich war die Tätigkeit, die er nun als Lehrer, Institutsleiter und Forscher entfaltete. Er auferlegte sich gleich ein gerüttelt Mass von Vorlesungen und Kursen. Sein Pensum umfasste die Hauptvorlesungen über Anatomie, Histologie und Entwicklungsgeschichte, die Präparierübungen und den histologisch-mikroskopischen Kurs; später kam noch der praktische Kurs der Entwicklungsgeschichte hinzu. Die gehaltvollen, wohldurchdachten Vorlesungen forderten vom Studierenden völlige geistige Konzentration; es war nicht die landläufige Anatomie der Lehrbücher, sondern die von eigener Forschung durchgeistigte Wissenschaft, die er da zu hören bekam. Sie bot daher dem Fortgeschrittenern mehr als dem Anfänger, und mancher mochte erst in den Monaten vor dem Examen den vollen Wert erkennen, den Ruges Kollegienhefte bargen.

Ganz besonders lagen dem Verstorbenen die Verwaltung und der Ausbau des Anatomischen Instituts am Herzen. Über allen seinen Anordnungen, die er traf, stand der Grundsatz, die Interessen der Universität und des Staates zu wahren. Da ging kein Antrag an die Behörden aus seiner Hand, der nicht wohlerwogen und bis ins einzelne begründet gewesen wäre, keine Vorschriften an die Beamten und Studierenden des Instituts, welche die Umstände nicht wirklich erfordert hätten. Unnachsichtlich aber verlangte er, dass dem, was er auf Grund reiflicher Überlegung verfügt hatte, streng nachgelebt wurde. Er beobachtete diese Strenge der Pflichterfüllung sich selbst gegenüber — er durfte sie auch von seinen Mitarbeitern und Untergebenen verlangen. Diesen Prinzipien, die Georg Ruge bei der Institutsverwaltung allezeit leiteten, haben wir es im Grunde zu verdanken, dass die Zürcher anatomische Anstalt auf ihrer heutigen Höhe steht und hinsichtlich Einrichtung und Ordnung sich des Rufes der Vorbildlichkeit erfreut. Schritt für Schritt erfolgte die Ausgestaltung der anatomischen Sammlung, die bei Ruges Amtsantritt noch in den ersten Anfängen steckte. Sie ist heute ein Juwel unserer Hochschule und zieht zahlreiche, in den anatomischen Semestern stehende Studenten nach Zürich. Unabhängig von Betrieb des Präpariersaales gestattet sie Studierenden und Ärzten sich über einzelne Gebiete der Anatomie durch Anschauung eingehend zu orientieren. Bedauerlich bleibt nur, dass ihr Schöpfer ihre Aufstellung in einem Raume, der sie voll zur Geltung brächte, nicht in nahe Aussicht gestellt sah. Sein ungemein praktischer Sinn, der sich bei den Erweiterungs- und Umbauten und bei Änderungen der Inneneinrichtung der Anatomie je und je offenbarte, würde zweifelsohne auch hier dem Institute zugute gekommen sein.

Weit über den Rahmen seines Faches und Institutes hinaus nahm Ruge an den Dingen der Universität und des Hochschulwesens regen Anteil und stellte seine kostbare Zeit in ihren Dienst. Von 1900—1902 war er Dekan der medizinischen Fakultät, und seit vielen Jahren bekleidete er das Amt eines leitenden Examinators bei den medizinischen Prüfungen.

Neben all diesen Arbeiten aber behauptete die wissenschaftliche Forschung in alter Gediegenheit ihren Platz in Ruges Tätigkeit. Er verfolgte die in Heidelberg und Amsterdam aufgegriffenen Probleme der Primatenmorphologie weiter, legte seine gründlichen Untersuchungen über die Formverhältnisse der Leber in zehn Abhandlungen nieder, die, zusammengenommen, einen stattlichen Band füllen, und krönte 1918 seine mehr als 50 Originalarbeiten umfassende Publikationstätigkeit mit dem Werke: «Die Körperformen des Menschen in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit und ihrem Bedingtsein durch den aufrechten Gang». Die meisten Arbeiten erschienen im «Morph. Jahrb.», das, begründet von C. Gegenbaur, nach dessen Tod bis in die letzte Zeit von Ruge redigiert wurde. Georg Ruge hat durch sein unermüdliches zielbewusstes Schaffen wissenschaftliche Erfolge erzielt, wie sie nicht vielen beschieden sind; sind doch viele seiner wichtigen Forschungsresultate schon längst Gemeingut der vergleichend-anatomischen Fachwelt geworden. Indessen hörte man ihn nicht von «seinen» Arbeiten sprechen; für ihn gab es nur Probleme der Anatomie; in wessen Händen ihre Bearbeitung erfolgte, war ihm eine Frage von untergeordneter Bedeutung, wenn sie nur ernst angefasst wurden. Daher kargte er nicht mit Winken und Ratschlägen, oft völlig unbekümmert um die Wahrung seiner Autorschaft.

Hier kam, wie überall, seine vornehme Denkweise zum Ausdruck, und wem sich die Gelegenheit auftat, ihm näher zu treten, erfuhr, dass bei all seiner Strenge sein Urteil über Menschen von Güte getragen war. Dann blinkte wohl auch ein Schimmer des goldenen Schatzes aus seinen Worten, womit die Heroen der Dichtkunst sein Inneres erfüllt, und noch in den letzten Wochen und Monaten, als er, den sichern Tod vor Augen, aufrecht und in unablässiger Erfüllung seiner Pflicht in seine letzten Lebenstage schritt, waren es Goethes Werke, die ihn täglich begleiteten und über die Härte des Unabänderlichen emporhoben.

«Es gilt einem der Besten!» klang es aus der Rede, die Professor Felix, Georg Ruges vieljähriger Mitarbeiter im Institut, am Sarge des Verstorbenen [er war am 21. Januar gestorben] sprach, und wer, der Ruges wissenschaftlichen Geist, seine eminente Arbeitskraft, die Vornehmheit seiner Gesinnung gekannt, hätte nicht aus seinem Innersten diesen Worten zugestimmt! In Zürich aber wird Georg Ruge unvergessen bleiben; was er für Hochschule und Staat geschaffen, wird ihm ein dauerndes Denkmal sein! Otto Schlaginhaufen.

August Grete (1848—1919, Mitglied der Gesellschaft seit 1894).

Am 26. März verschied in Zürich Dr. A. Grete, Vorstand der schweizerischen agrikulturchemischen Anstalt Örlikon, der in landwirtschaftlichen Kreisen unseres Landes allgemein bekannt war.[1])

Geboren am 29. September 1848 in Celle, besuchte er das Gymnasium seiner Heimatstadt und wandte sich nach bestandener Maturität nach Göttingen, um sich dem Studium der Chemie zu widmen. Nach Erlangung der Doktorwürde kam er im Jahre 1874 als erster Assistent an das chemische Laboratorium für Bodenkultur der k. k. Hochschule in Wien, bis er im

---

[1]) Mit gütiger Erlaubnis von Verfasser und Redaktion abgedruckt aus Nr. 560 der «Neuen Zürcher Zeitung» vom 15. April 1919.

Jahre 1878 durch den Schulratspräsidenten Kappeler an die vom Bundesrat neugegründete agrikulturchemische Station in Zürich berufen wurde. Im Herbst des gleichen Jahres habilitierte Dr. Grete sich als Privatdozent am hiesigen Polytechnikum.

Einfach und bescheiden waren die Verhältnisse an der neuen Anstalt. Ein Zimmer stand in der landwirtschaftlichen Schule des Polytechnikums zur Verfügung, und ohne jede Assistentenhilfe war der Verstorbene bei allen Arbeiten auf sich selbst angewiesen. Mit jedem Jahre jedoch vergrösserte sich das Tätigkeitsfeld, und dem einen Zimmer mussten andere folgen, bis dann beim Bezug des neuen Chemiegebäudes des Polytechnikums im Jahre 1886 ein ganzer Flügel für die agrikulturchemische Station eingeräumt wurde. Im Jahre 1880 musste schon die Stellung eines ersten Assistenten geschaffen werden, im Jahre 1881 folgte der zweite, 1885 der dritte und 1888 der vierte ständige Assistent. Unter der Leitung von Dr. Grete entwickelte sich die Station zusehends; die Zahl der zu untersuchenden Proben stieg von 46 im Jahre 1878 auf 3954 im Jahre 1897. Die Arbeiten häuften sich derart, dass sie kaum mehr von einer Anstalt allein bewältigt werden konnten.

Durch Bundesratsbeschluss wurden im Jahre 1898 die kantonalen Versuchsstationen Bern und Lausanne mit der Station Zürich dem Landwirtschaftsdepartement unterstellt und die Arbeiten auf diese drei Anstalten verteilt. Das Tätigkeitsfeld wurde erweitert durch gemeinschaftliche Düngungsversuche zur Ermittlung des Nährstoffbedürfnisses der Kulturböden. Mit der Zeit genügten die Räumlichkeiten im Chemiegebäude auch nicht mehr, und so wurde vom Bundesrat beschlossen, für die agrikulturchemische Anstalt und die Samenkontrollstation ein gemeinsames neues Gebäude in Örlikon zu errichten. Kaum war dieses bezogen, als der Weltkrieg ausbrach, der dann am Anfang wegen Mangels an Arbeitskräften lähmend, später jedoch durch die neuen Anforderungen wieder anregend auf die Weiterentwicklung der Anstalt wirkte.

Der Verstorbene liebte sein Laboratorium und fühlte sich nicht glücklich, wenn er ihm durch Krankheit fern bleiben musste. Noch sechs Tage vor seinem Hinscheiden legte er mühsam den weiten Weg dahin zurück, niemand ahnte, dass dieser sein letzter Arbeitstag sein würde. Im letzten Jahre hatte der Verstorbene die Freude, sein vierzigjähriges Amtsjubiläum sowie seinen 70. Geburtstag zu begehen. Viele Glückwünsche und Anerkennungen wurden ihm von nah und fern an diesen Ehrentagen dargebracht.

Die schnelle Entwicklung, die das Versuchswesen nahm, ist zum grossen Teil das Verdienst von Dr. Grete. Als er 1878 nach Zürich kam, war darin noch sehr wenig geschehen. Es galt, manche eingewurzelte Vorurteile zu beseitigen und die Landwirte durch Wort und Schrift aufzuklären. Seine Vorlesungen über die «künstlichen Düngmittel» sowie zahlreiche Wandervorträge, die er im Lande herum hielt, wirkten aufklärend und belehrend. Die ersten exakten Düngungsversuche in der Mitte der 80er Jahre, die er anlegte, führten langsam zur Erkenntnis und Verbesserung der Kulturböden. Durch seine strenge Rechtlichkeit und durch die Exaktheit seiner Untersuchungen gewann er bald das vollständige Vertrauen der Landwirte. Er arbeitete ein Reglement für den Verkehr zwischen Fabrikanten und

Landwirten aus, das mustergültig war und teilweise in dieser Form heute noch besteht. Stets bestrebt, das Gute zu tun, suchte er den Landwirt vor Übervorteilung zu schützen und anderseits aber auch den Fabrikanten nicht zu benachteiligen. Im Laboratorium war er gleichzeitig bestrebt, neue Methoden einzuführen und alte zu verbessern, um möglichst schnell zu guten Resultaten zu gelangen.

Die wichtigste von ihm ausgearbeitete Methode ist die «Bestimmung der Phosphorsäure» durch Titration mit Molybdän und Leim, eine Methode, die bei einiger Übung leicht zu handhaben, äusserst genau und schnell zum gewünschten Ergebnis führt. Dabei war er sehr kritisch veranlagt und schon waren viele Tausende von Bestimmungen damit zur Ausführung gelangt, bevor er sich entschliessen konnte, diese Arbeitsweise der Öffentlichkeit bekanntzugeben. Ausser vielen andern Publikationen seien einige der wichtigsten hier angeführt: Über die Bestimmung der Salpetersäure als Ammoniak. Über die Bestimmung stickstoffhaltiger organischer Substanzen. Über Extraktbestimmung im Wein. Versuch über Konservierung von Grünfutter mit Schwefelkohlenstoff. Die Konservierung und Verbesserung der Gülle und des Stallmistes durch Phosphorsäure. Bericht über die Resultate von Düngungsversuchen, die in den Jahren 1885/86 in der Schweiz ausgeführt wurden, mit besonderer Berücksichtigung der im Anschluss an die Versuche ausgeführten Heuuntersuchungen. Bestimmung der Phosphorsäure in saurer Lösung mit alkalischer Molybdänlösung und Leim. Düngungsversuch von 1885—1891 zur Ermittlung der dem Boden nötigen Nährstoffe. Das gute Geld des Bauern und Hensels Mineraldünger.

Im Versuchswesen entwickelte Dr. Grete eine ebenso rege Tätigkeit. Gemeinschaftlich mit den Anstalten Bern und Lausanne wurden Versuche über das Phosphorsäure- und Kalibedürfnis der Böden angesellt, und die Erfahrungen, die bei diesen Versuchen gesammelt wurden, konnten vielfach nutzbringend in die Praxis übertragen werden. Er wandte sein besonderes Augenmerk in den letzten zehn Jahren auf die rationelle Verwertung des Stickstoffs, eines der wichtigsten Pflanzennährstoffe, der durch die Salpeterbeschlagnahme zur Sprengstoffabrikation während des Weltkrieges eine ungeahnte Preiserhöhung erfahren hatte. Durch eingehende Versuche war er bemüht, diesen wichtigen Nährstoff bei denjenigen Pflanzen zu ersparen, die denselben aus der Luft aufzunehmen befähigt sind.

Auch als Dozent erwarb sich Dr. Grete Verdienste um die Eidgenössische Technische Hochschule, an der er namentlich über «Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden» und «Düngungslehre und Düngerfabrikation» Vorlesungen hielt. Viele frühere Zuhörer gedenken heute noch in Dankbarkeit ihres Lehrers, was sie durch herzliche Glückwunschschreiben beim Begehen seines 70. Geburtstages bekundeten. Im Privatleben besass Dr. Grete ebenso hoch zu schätzende Eigenschaften. Ein offener, ehrlicher Charakter von strenger Rechtlichkeit, war er in seinem Freundeskreise ein liebenswürdiger Gesellschafter. Er liebte insbesondere die Natur und Musik und gehörte viele Jahre als Aktivmitglied dem Gemischten Chor Zürich an. Im Jahre 1895 vermählte er sich mit Emmy Baebler von Zürich; aus ihrer glücklichen Ehe ging ein Sohn hervor. Rührend war die treue Anhänglichkeit an seine alte Mutter, die er nach seiner Vermählung zu sich holte und ihr damit im Kreise seiner Familie einen sonnigen Lebensabend bereitete.

Im Jahre 1907 erlitt er im Laboratorium einen leichten Schlaganfall, von dem er sich jedoch nach mehreren Wochen wieder erholte. Mit aller Energie suchte er sich wieder aufzuraffen; die ihm innewohnende Arbeitskraft war und blieb aber etwas geschwächt. Gleichwohl sah man ihn täglich auf seinem Posten. Sechs Wochen vor seinem Tode hatte er noch die Freude, seinen Sohn, den das deutsche Vaterland unter die Waffen gerufen hatte, gesund wieder in seine Arme schliessen zu können.

Nach einundvierzigjähriger Dientszeit ist Dr. Grete aus seinem arbeitsreichen Leben geschieden, geliebt und betrauert von seiner Gattin, seinem Sohne, seinen Kollegen, sowie von den Beamten und Angestellten der schweizerischen agrikulturchemischen Anstalt in Örlikon.

B. Sch[mitz].

Paul Choffat (1849—1919, Mitglied der Gesellschaft seit 1873, Ehrenmitglied seit 1896).

Leon Paul Choffat entstammte einer alten Jurassierfamilie. Mit drei Geschwistern verlebte er seine Jugendzeit in der Familie in Pruntrut. Er besuchte die Kantonsschule daselbst. Dann folgten drei Jahre der Beschäftigung auf einer Bank in Besançon; allein im Herbst 1871 kam er nach Zürich, um im Studium der Naturwissenschaften mehr Befriedigung zu finden. 1874 erschienen seine ersten wissenschaftlichen Publikationen über Erscheinungen aus dem Juragebirge. Sie erwiesen Choffat sofort als ausgezeichneten selbständigen stratigraphischen und paläontologischen Beobachter und weit und tief blickenden Forscher (Über Wanderungen der Rhynchonellen, über Hebungen im Jura, Facies-Übergänge von N nach S im Weissen Jura etc. etc. in der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich). Bei einem Zusammentreffen am internationalen Geologenkongress in Paris 1878 erbat der Direktor der geologischen Landesuntersuchung von Portugal, Carlos Ribeiro unsern Choffat um seine Mitwirkung zur Erforschung der portugiesischen Juraformation. Die Übersiedlung in ein milderes Klima war ihm damals sehr passend, weil er an einer chronischen Kehlkopfentzündung litt. Er wollte aber nur über einen Winter dort bleiben. Dann sind daraus über 40 Jahre geworden, er wurde portugiesischer Landesgeolog und ist dort gestorben. Er ist aber Schweizer geblieben mit Herz und Seele.

Choffat setzte seine Forschungen in Portugal fort, wie er in der Schweiz begonnen hatte: sehr methodisch, sehr geordnet in allem, äusserst gewissenhaft, fast ängstlich, stets sehr bescheiden und zurückgezogen lebend, hart gegen sich selbst, ganz seiner Aufgabe angepasst, und dabei stets gut und treu. Die Mehrung der Erkenntnis war stets sein Ziel, nicht der Geldgewinn. Die gute Jahreszeit war für die Terrainaufnahmen benützt, die übrige Zeit für die Untersuchung des mitgebrachten Materials und die Verarbeitung der Beobachtungen. Er war ein unermüdlicher Gänger, den keine Unbequemlichkeit abschreckte. Er durchforschte den grössten Teil von Portugal und viele Gebiete davon ins einzelne, und häufte ein gewaltiges Material zur näheren Untersuchung an; er nahm geologische

Karten, Profile und Photographien grosser Gebiete auf und schuf Sammlungen von hohem Wert. Sehr oft wurde Choffat als Experte in Fragen der angewandten Geologie berufen. Die letzten Jahre arbeitete er mit grosser Ausdauer und mit Mut an einer geologischen Beschreibung von ganz Portugal. Leider konnte er das Werk nicht mehr zu Ende führen.

1892 ernannte die Universität Zürich Choffat zum Ehrendoktor, 1900 die Soc. Géol. de France zum lauréat du Prix Visquenel, 1914 die geol. Soc. of London zum Korrespondenten. Zahlreiche Ehrenmitgliedschaften (darunter auch diejenige der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich) bezeugen, dass die klassische Gediegenheit seiner Forschung Anerkennung erntete.

1910 gab Choffat selbst ein Verzeichnis seiner Publikation heraus. In der Ergänzung bis zu Choffats Tode durch Ernest Fleury weist dasselbe 185 Nummern auf. Darunter befinden sich sowohl grosse, reich illustrierte Bände wie bedeutungsvolle kleine Aufsätze. Das Schwergewicht liegt in der Paläontologie und Stratigraphie der Sekundärformationen von Portugal. Aber auch Gebirgsbau, alte Vulkane, portugiesische Kolonien, Erdbeben, Quellen, Mineralquellen und Thermen, artesische Brunnen, Petroleum, Tunnelgeologie, allgemeine Geologie, Sammlungs- und Bibliothekswesen sind darin vertreten. Choffat hat viel und nur Gutes und Bedeutendes geleistet.

Der Krieg lastete schwer auf unserem Freunde. Er ängstigte sich um das Schicksal seines Vaterlandes. Angehörige seiner zahlreichen Familie und viele Freunde waren in anhaltender Gefahr. Seit 1917 plagte ihn ein Leberleiden. Aber noch bis in die letzten Tage arbeitete er an einem Manuskript. Er war getragen von der Pflege seiner Familie, die ihn immer verstanden, und in der er stets Trost und Kraft gefunden hatte.

In der Nacht vom 6. Juni 1919 starb er sanft und ohne Qualen.

Hätte er noch länger gelebt, so hätte er wohl noch manches vollenden können, aber doch nicht alles; denn solche Menschen der Arbeit von solcher edlen Hingabe an ihre hohen Ziele können sich selbst keine Grenzen setzen, sie sterben mitten aus ihrem Schaffen hinweg. Was Paul Choffat als Forscher geleistet hat, sind feste Stufentritte in der Leiter der Erkenntnis, die nicht vergehen können.

Albert Heim.

Theodor Reye (1838—1919, Mitglied der Gesellschaft seit 1863, Ehrenmitglied seit 1896).

Als im Jahre 1894 die «Gesellschaft ehemaliger Polytechniker (G. e. P.)» ihr 25 jähriges Jubiläum feierte, stellte Reye dem Redaktionskomitee der damals herausgegebenen Festschrift eine Autobiographie zur Verfügung, die wir hier wörtlich abdrucken.

«Theodor Reye wurde am 20. Juni 1838 in Cuxhaven (Hamburg) geboren. Er studierte 1856—59 an der polytechnischen Schule in Hannover und 1859—60 am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich Maschinenbau und Mathematik, sodann 1860—61 in Göttingen, wo er 1861 den Doktorgrad erlangte, Mathematik. Nachdem er 1½ Jahre als Privatlehrer in Hannover tätig gewesen war, habilitierte er sich Ostern 1863 als Privatdozent am eidgenössischen Polytechnikum, wurde daselbst 1864 Hülfslehrer für darstellende Geometrie und erhielt 1867 vom Schweizerischen Bundesrate den Professortitel. Im Herbste 1870 folgte er einem Rufe als Professor der Geometrie und graphischen Statik an das neugegründete Polytechnikum in Aachen. Seit dem 1. Mai 1872 wirkt er als ordentlicher Professor der Mathematik an der Universität Strassburg.

Seine ersten wissenschaftlichen Arbeiten betreffen Probleme der Mechanik, der mathematischen Physik und der Meteorologie; aber schon als Privatdozent widmete er sich vorzugsweise der Geometrie. Seine Abhandlungen finden sich in Zeitschriften zerstreut, die meisten in Crelles Journal für Mathematik, andere im Zivilingenieur, in der Zeitschrift für Mathematik und Physik, den Annali di Matematica, den mathematischen Annalen, in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, den Acta mathematica, Poggendorffs Annalen der Physik u. a. m.

In Buchform sind von ihm veröffentlicht: «Die Geometrie der Lage», 2 Teile, Hannover 1866/68; «Die Geometrie der Lage», III. Auflage, in 3 Teilen, Leipzig 1886/92. «Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen», Hannover 1872. «Synthetische Geometrie der Kugeln und linearen Kugelsysteme», Leipzig 1879.»

Mit der Stätte seiner ersten akademischen Tätigkeit fühlte sich Reye stets besonders verbunden. Nach Zürich, wo er, von einigen Unterbrechungen abgesehen, ein Jahrzehnt seines Lebens zugebracht hatte, kehrte er immer gerne wieder zurück. Knüpften ihn doch auch verwandtschaftliche Beziehungen an unsere Stadt. Unserer Naturforschenden Gesellschaft gehörte er seit 1863 an, seit 1896 als Ehrenmitglied. Im 11. Jahrgang (1866) unserer Vierteljahrsschrift hat er einen «Beweis von Pohlkes Fundamentalsatz der Axonometrie» veröffentlicht und im 41. Jahrgang, der Festschrift zur Feier des 150 jährigen Bestehens unserer Gesellschaft (1896), findet sich ein «Beweis einiger Sätze von Chasles über konfokale Kegelschnitte». Es bedarf kaum der Erwähnung, dass er im folgenden Jahre, 1897, an dem ersten internationalen Mathematiker-Kongress in Zürich teilgenommen hat, deren dritte Sektion, Geometrie, er präsidierte. Sein Eröffnungsvortrag handelte über «Einige neue Eigenschaften des quadratischen Strahlenkomplexes».

Im Jahre 1908 trat Reye in den Ruhestand. Leider sollte sein Lebensabend einen äusserst traurigen Abschluss finden! Anfang 1919 wurde der achtzigjährige Greis von den Franzosen auf ganz besonders hässliche Weise aus Strassburg, wo er 47 Jahre lang nur seiner Wissenschaft gelebt hatte, ausgewiesen! Er wandte sich nach Würzburg, wo er schon am 2. Juli starb.

Karl Egli (1864—1919, Mitglied der Gesellschaft seit 1905).

Karl Egli war der Sohn von Lithograph Egli, einer feinfühligen Künstlernatur; leider verlor er schon mit 6 Jahren seinen Vater. Er durchlief die Schulen Zürichs. Nach 3 Jahren Realgymnasium kam er auf die Industrieschule und verliess sie 1881 mit der Maturität. Für sein Fach gewann ihn der treffliche Mineralog und Chemiker Armin Baltzer, der die Schule bis 1881 als Rektor leitete. Egli beendigte seine Studien an der Fachlehrer-Abteilung des Polytechnikums unter dem geistreichen Chemieprofessor

Victor Meyer und blieb noch ein Jahr dessen Assistent. Schon mit 21 Jahren wurde er, 1885, Hilfslehrer für Chemie an der Kantonsschule, als sein Lehrer Baltzer an die Universität berufen wurde, und 1887 sein Nachfolger.

Ungewöhnlich jung kam er so durch Rektor Fritz Hunziker in sein Amt. Es hatte aber sein Gutes, dass er nur 3 Jahre älter war als seine ältesten Schüler. Weil er von jeher ein guter und denkender Beobachter gewesen war, konnte er sich auf Schritt und Tritt in die Seele seiner Schüler zurückversetzen. Er tat es auch, Stunde für Stunde und Jahr für Jahr. Diese treue Erinnerung bewahrte ihn vor dem Fehler, über die Köpfe der Schüler hinwegzureden.

Freilich war Egli der geborene Lehrer und er wurde, ohne je Pädagogik und Methodik gehört zu haben, sehr rasch der beste Lehrer, den man sich denken kann. Er beherrschte die verwickelten Zusammenhänge eines ganzen Komplexes von Wissenschaften, ohne je Logik studiert zu haben.

Sein Unterricht zeichnete sich durch kristallene Klarheit, durch Fasslichkeit und eine Fülle von Anregungen aus, sodass ihn alle Schüler hoch verehrten, weit über die Schulzeit hinaus. Fast auf jedem Gebiet menschlichen Interesses war er zu Hause und blieb doch die Bescheidenheit selbst.

Seine stete Hilfsbereitschaft, seine wahre Herzensgüte, die echte Vornehmheit seiner Gesinnung machten ihn zu einem der seltenen Menschen, die für alle ihre Freunde unvergesslich sind. Und sein Freundeskreis war gross, besonders unter den Ärzten. Neben seinem vollen Mass von Schularbeit, insbesondere Laboratoriumstätigkeit, fand er Zeit zu Vorträgen, zu Volkslehrkursen der Pestalozzigesellschaft, zu technischen und gerichtlichen Expertisen. Besonders geschätzt sind seine Programmbeilagen von 1902 und 1903: «Über die Unfälle beim chemischen Arbeiten», für die ihn die Universität Zürich mit dem Doktortitel ehrte. An der Universität hatte er den Lehrauftrag für spezielle Didaktik der Chemie übernommen und mit grossem Erfolg begonnen, die künftigen Mittelschullehrer in die Lehrpraxis einzuführen. Es war unglaublich, was für Mühe sich Egli mit den einzelnen Kandidaten gab. Eine Probestunde kostete ihn viele Stunden seiner ausgefüllten Zeit, denn er liess den Probekandidaten nicht vor die Schüler treten, bevor er nicht für das Gelingen der Experimente gutstehen konnte. Kabinettstücke chemischer Darstellung für Nichtfachkollegen waren auch seine Vorträge im Gymnasiallehrerverein. So war er auch der Mann, unserer Sekundarschule ein Lehrmittel der Chemie zu schreiben, an dem die Schüler ihre helle Freude haben können.

Karl Egli wird als das Ideal eines edlen Menschen von Tausenden in dankbarer Erinnerung bewahrt bleiben. Ernst Fiedler.

Alfred Werner (1866—1919, Mitglied der Gesellschaft seit 1892, Sekretär 1894—1899, Präsident 1906—1908).

In diesen Tagen, wo die alte Welt vom Sturme zerzaust darniederliegt, hat die chemische Wissenschaft unersetzlicher Verlust getroffen. Eine Reihe ihrer grössten Söhne ist ihr entrissen worden: zuerst Adolf von

Baeyer, dann Thiele, Emil Fischer, und nun auch Prof. Alfred Werner.[1])

Nach langem, schwerem Leiden ist ihm [am 15. November] der Tod Erlösung gewesen, der Wissenschaft aber bedeutet er grössten, unersetzlichen Verlust. Mit ihm ist ein Mann dahingegangen, dessen Name in allen Weltteilen einen allerersten Klang besitzt.

1866 [am 12. Dezember] zu Mülhausen im Elsass geboren, begann Alfred Werner 1885 an der Technischen Hochschule in Karlsruhe mit dem Chemiestudium. Er setzte es ein Jahr später an dem Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich fort und schloss es hier 1889 durch das Diplomexamen ab. Eine einjährige Assistenzzeit bei Prof. Lunge diente ihm zur weiteren Ausbildung. In jene Zeit fällt die Ausarbeitung seiner Dissertationsschrift: «Beiträge zur Theorie der Affinität und Valenz», in der er zu den später entwickelten genialen Vorstellungen über die Natur der chemischen Affinität bereits die erste Grundlage legte. Eine mit Hantzsch gemeinsam durchgeführte Experimentaluntersuchung über die Isomerie der Oxime führte Werner zur Auffindung der geometrischen Raumisomerie bei Stickstoffverbindungen. Er erschloss damit die Stereochemie des Stickstoffs.

Ein Jahr weiterer Ausbildung führte Werner ins «Collège de France» nach Paris, woselbst er unter Berthelots Leitung neue Einblicke in die Chemie gewann. Nach seiner Rückkehr nach Zürich habilitierte er sich 1892 an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, um schon drei Semester später, erst 27 jährig, als Nachfolger von Prof. Merz ein Extraordinariat an der Universität zu übernehmen. Zwei Jahre darauf wurde er zum ordentlichen Professor befördert.

Gleich in die ersten Jahre seiner Forschertätigkeit am chemischen Universitätsinstitut fällt die Aufstellung der sog. Koordinationstheorie, die, anfangs ungläubig aufgenommen, bezweifelt, bekämpft, sich schliesslich immer gewaltiger und elementarer Bahn brach, deren ganze Bedeutung den Fachgenossen aber doch erst im Laufe der Jahre klar wurde. Die anorganische Chemie war in der von Kekulé formulierten Valenzlehre im Laufe der Zeit erstarrt. Sie war festgefahren, hatte sich in tausenderlei Kleinigkeiten verloren, die experimentellen Tatsachen liessen sich nicht mehr unter einheitliche Gesichtspunkte gruppieren. Da war es Werner, der diesen gordischen Knoten zerschlug. Er wies darauf hin, dass die chemische Affinität nicht als eine gerichtete Einzelvalenz betrachtet werden darf, sondern als eine von der Oberfläche der kugelförmigen Atome ausstrahlende, in verschiedenster Weise zerlegbare Kraft. Den Bereich dieser Kraft teilt er in Zonen (innere, äussere Zone) ein und wies den Atomen in diesen Zonen ganz bestimmte Plätze an. Wenn sich zwei oder mehrere Atome miteinander verbunden haben — so führte Werner aus — so ist das so gebildete Molekül in der Regel noch nicht ganz gesättigt. Es bleiben ihm noch Restaffinitäten, mit denen es sich in andere Moleküle einlagern oder an diese anlagern kann. Durch diese ebenso einfache als geniale Anschauung wurde es nun mit einem Schlage möglich, alle die zahllosen, kompliziert zusammengesetzten anorganischen Verbindungen, deren Konstitution man früher nicht zu deuten vermocht hatte, aufs Einfachste zu erklären. Es entstanden die zwei grossen Gruppen der Einlagerungs- und Anlagerungsverbindungen, in die sich die Metallammoniake, die Metallsalzhydrate, die Sulfato-, Sulfito-, Nitrato- und Nitrito-Salze gleich gut einordnen liessen wie die hochmolekularen, komplizierten Heteropolysäuren. Die künstlich gezogene Isolierung der Sauerstoffsäuren war durchbrochen, natürlich und logisch stellten sich jetzt die Halogenosäuren, die Sulfatsäuren und andere an ihre Seite.

---

[1]) Mit gütiger Erlaubnis von Verfasser und Redaktion abgedruckt aus Nr. 1804 der «Neuen Zürcher Zeitung» vom 21. November 1919.

Schon sehr frühzeitig fiel es Werner auf, dass bei der Bildung der Einlagerungsverbindungen in der Zahl der eingelagerten Moleküle eine grosse Konstanz besteht. Fast immer waren es sechs, seltener vier oder acht Moleküle, die sich mit dem Metallsalz verbanden und sich direkt um das Metallatom gruppierten. Das führte ihn auf den Gedanken, dass durch diese Zahl sechs (seltener vier oder acht) ausgedrückt wird, wieviele fremde Moleküle um das Metallatom herum Platz haben. Die Zahl sechs war ihm also eine Raumzahl, er nannte sie Koordinationszahl. Es war nur die konsequente Verfolgung dieser Auffassung, dass er sich gleich auch eine Vorstellung bildete über die gegenseitige Lagerung dieser sechs Moleküle im Raum. Er stellte sich vor, dass sie räumlich so gruppiert sind, dass sie die Ecken eines Oktaeders bilden. Diese Anschauung, die wie kaum eine zweite befruchtend auf die anorganische Forschung gewirkt hat, versuchte Werner in der zweiten Epoche seiner Forschertätigkeit durch das Experiment zu beweisen. Mit einer grossen Zahl von Schülern widmete er sich dieser Aufgabe, die er, dank seiner zielbewussten Arbeitsweise, restlos löste. Dazu war allerdings ein experimentelles Material notwendig, das nur ein so souveräner Geist wie Werner zu bewältigen vermochte. Tausende neuer Verbindungen wurden synthetisiert, in weit mehr als 150 Publikationen und 200 Dissertationen seiner Schüler sind die erreichten Resultate niedergelegt. Durch das eingehende Studium der anorganischen Isomerieerscheinungen ist Werner so der Beweis gelungen, dass das von ihm vorausgesagte Oktaedermodell der Einlagerungs- und Anlagerungsverbindungen zu Recht besteht. Die Auffindung der optisch-aktiven Kobalt-, Chrom- und Eisensalze war die letzte und schönste Konsequenz dieser Tatsache. Man hatte es früher für ein Vorrecht der lebenden Welt angesehen, optisch-aktive, d. h. die Ebene des polarisierten Lichtes drehende, Substanzen zu erzeugen. Das Staunen der Mitwelt war daher erklärlich, als Werner 1911 die Spaltung rein anorganischer Kobaltsalze in ihre optisch-aktiven Formen gelang. Dass eine solche Spaltung möglich sein müsste, davon war Werner schon seit Jahren überzeugt; dass sie endlich gelang, das hat an den innersten Grundfesten der Chemie gerüttelt.

Es kann hier nicht der Ort sein, auch aller anderen Arbeiten zu gedenken, die aus dem Wernerschen Laboratorium hervorgingen und die zum Teil wieder in sich geschlossene Gebiete darstellen. Ein viel beachtetes, neues periodisches System der Elemente, die Untersuchungen über die Umlagerung stereoisomerer Oxime, über die innern Metallkomplexsalze und Metallbeizen, über die Phenanthrenderivate seien nur kurz erwähnt. Sie alle haben unsere Kenntnisse und namentlich auch unser chemisches Denken mächtig beeinflusst. Prof. Werner war ein Forscher, für den es in der Chemie nichts Abstraktes gab, von allem machte er sich räumliche und körperliche Vorstellungen, die konstruierten Atommodelle waren seine Figuren, mit denen er die grosse Schachpartie spielte — und gewann.

Zwei grossangelegte, wichtige Bücher sind unter Prof. Werners Feder entstanden. Das eine — «Lehrbuch der Stereochemie» — führt uns ein in die räumlichen Verhältnisse der chemischen Moleküle. Das andere — «Neuere Anschauungen in der anorganischen Chemie» — ist das Vermächtnis des verstorbenen Meisters. Hier finden wir alle seine Gedanken wieder, mit denen er die anorganische Chemie befruchtet und gefördert hat. Die Unmenge gesammelten Tatsachenmaterials zeugt dafür, wie souverän er die ganze einschlägige Literatur beherrschte.

Gleich hoch wie der Forscher ist auch der Lehrer Prof. Werner zu stellen. Die Klarheit und die Anschaulichkeit seines Vortrags fesselten die Schüler. Es gab kein Gebiet, das er seinen Zuhörern nicht durch seine Worte verständlich und interessant zu machen wusste. Die überfüllten Hörsäle und überfüllten Laboratorien bewiesen am besten, welche Anziehungskraft von ihm auf die junge Generation ausging. Wohl mögen andere Forscher eine grössere Zahl ihrer Schüler als Hochschullehrer in die Welt hinausgesandt haben, — die Lehrmethode und Arbeitsweise Werners, die haben im In- und Ausland glänzende Schule gemacht; nach Dutzenden zählen die Chemiker, die heute die anorganische Chemie nach Wernerschen Gesichtspunkten lehren und bearbeiten. Und diese Entwicklung ist noch nicht am Ende. Gerade in den letzten Jahren hat auch die Physik die Methoden der Wernerschen Betrachtungsweise übernommen und sie ausgedehnt auf die Molekülaggregate und Molekülkomplexe bis hinauf zu den Kristallen. Das Oktaeder-, Tetraeder- und Würfel-Modell, das Werner seinen Molekülen gegeben, das tritt uns da, riesenhaft vergrössert, in den Kristallen wieder entgegen.

Alfred Werners Verdienste um die Wissenschaft wurden von seinen Fachgenossen und der Mitwelt dankbar anerkannt. Eine Berufung nach Würzburg (1910), die Verleihung des Nobelpreises (1913), die Ernennung zum Ehrenmitglied zahlreicher in- und ausländischer gelehrter Gesellschaften, zum Ehrendoktor verschiedener Hochschulen legen Zeugnis ab für das Ansehen, das er überall besass. Sie konnten den einfachen, bescheidenen Charakter des Verewigten nicht beeinflussen. Die grösste Freude wurde ihm zuteil, als der Kanton Zürich ihm 1909 das neue chemische Institut erstellte. Hier fand er eine Arbeitsstätte, die ihm die Möglichkeit zur Ausführung seiner grossangelegten Arbeiten bot, und wo er sich in seiner Lehr- und Forschertätigkeit glücklich fühlte.

Die Wissenschaft steht trauernd am Grabe dieses grossen Mannes. Mit starker Hand hat er in ihre moderne Entwicklung hineingegriffen und diese ungewöhlich beeinflusst. In der Chemie wird Alfred Werners Namen allezeit in goldenen Lettern leuchten; die Chemie verdankt ihm ihre Befreiung aus den Fesseln der Valenzlehre.

P. Karrer.

Adolf Hurwitz (1859—1919, Mitglied der Gesellschaft seit 1892).

Am 21. November haben wir, was an Adolf Hurwitz sterblich war, der Flamme übergeben. Im Krematorium sprachen Professor Dr. E. Meissner, als Vorstand der Abteilung für Fachlehrer in Mathematik und Physik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, und Professor Dr. A. Stern im Namen der Freunde des Entschlafenen. Wir danken den beiden Rednern herzlichst für die freundliche Erlaubnis, ihre Worte hier zum Abdruck zu bringen.

Rede von Professor Dr. E. Meissner.

Geehrte Trauerversammlung!

Um die Mittagszeit des 18. November starb nach schmerzvollem Leiden Dr. Adolf Hurwitz, seit 27 Jahren ordentlicher Professor für höhere Mathematik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule.

Leise, ganz leise ist sein Lebensflämmchen ausgelöscht, nachdem es schon lange beängstigend geflackert und gezuckt hatte. Seit zwanzig Jahren war seine Willenskraft in Fehde mit einem kränklichen, äusserste Schonung erheischenden Körper. Wer sah, wie der Verstorbene sich in der letzten Zeit mit Aufbietung seiner letzten Kräfte bemühte, seinen Berufspflichten nachzukommen, der erkannte, dass dieser Kampf zu Ende ging und der Tod sein Antlitz gezeichnet hatte. Trotzdem nahm Hurwitz zu Beginn des Wintersemesters seine Lehrtätigkeit wenigstens teilweise wieder auf. Unerwartet rasch für seine Freunde ist das längst vorausgesehene und befürchtete Ende eingetreten.

Adolf Hurwitz wurde am 26. März 1859 in Hildesheim als Sohn eines Fabrikanten geboren, der sich durch geistige Gaben auszeichnete. Schon ganz früh zeigte sich seine hervorragende mathematische Veranlagung, so dass Hermann Schubert, der damals am Andreanum, dem Gymnasium der Stadt, unterrichtete, ihn alle Sonntage zu sich kommen liess, um sein Talent zu pflegen und zu fördern. Er wusste schliesslich den Vater zu bestimmen, den Sohn das Studium der Mathematik ergreifen zu lassen, obwohl er pekuniär dazu nicht in der Lage war und die Hilfe eines Freundes in Anspruch nehmen musste. Schon in den letzten Jahren seiner Schulzeit hatte der junge Hurwitz Arbeiten geliefert, die ganz den Charakter mathematischer Abhandlungen trugen. Noch als Gymnasiast wurde er von Schubert zu aktiver Beteiligung an dessen wissenschaftlicher Produktion herangezogen und er veröffentlichte, 17 jährig, mit ihm zusammen eine Abhandlung aus dem Gebiete der abzählenden Geometrie.

Zu Ostern 1877 ging Hurwitz nach München, um auf besondere Empfehlung von Schubert bei Felix Klein zu hören, der damals an der dortigen Technischen Hochschule wirkte. Die nächsten drei Semester 1877/78 finden wir ihn in Berlin zu Füssen von Kummer, Weierstrass und Kronecker. 1879 kehrt er zu Klein nach München zurück, folgt ihm im Herbst 1880 nach Leipzig, wo er bei Klein, Hankel und Wundt mit einer glänzenden Doktorarbeit promoviert, die schon in vollstem Masse die Vollkommenheit und Eleganz seiner spätern Arbeiten zeigt. 1881/82 ist der junge, erst 21 jährige Doktor wieder in Berlin, um sich bei Weierstrass und Kronecker zu vervollkommnen.

Aber schon Ostern 1882 erfolgte seine Habilitation in Göttingen, wo er mit dem Mathematiker Stern und dem Physiker Weber in engen Verkehr trat. Seines Bleibens dort war nicht lange. Zu sehr hatte seine aussergewöhnliche Begabung die Aufmerksamkeit der mathematischen Welt erregt. Noch nicht 25 Jahre alt wurde Hurwitz Ostern 1884 auf Vorschlag Lindemanns als Extraordinarius nach Königsberg berufen, wo er acht fruchtbare Lebensjahre zubrachte. Der Zufall fügte es, dass zu Beginn 1892 gleichzeitig zwei ehrenvolle Berufungen an ihn herantraten: Göttingen bot ihm die Nachfolge von H. A. Schwarz an, das eidgenössische Polytechnikum bewarb sich um ihn für die durch Frobenius' Berufung an die Berliner Universität verwaiste Lehrkanzel. Der damalige Schulratspräsident Bleuler hatte sich persönlich nach Königsberg begeben und mit Hurwitz schon abgeschlossen, als die Einladung nach Göttingen eintraf. Wir verdanken es wohl nur diesem Umstande, dass der glänzend begabte Hurwitz der Unsrige wurde und bis vor einigen Wochen einen grossen Teil seiner Schaffenskraft und sein ganzes Talent in den Dienst unseres Landes gestellt hat.

Die Zürcher Jahre sind für den Gelehrten eine Zeit produktivster wissenschaftlicher Tätigkeit geworden. In rascher Folge entstanden zahlreiche Arbeiten und kleiner Aufsätze, die vorwiegend algebraische, zahlentheoretische und besonders der Funktionentheorie angehörende Fragen behandeln, obschon auch andere mathematische Gebiete nicht unbebaut blieben. Diese seine Werke sind in den verschiedensten Zeitschriften verstreut. Die Mathematischen Annalen und die Göttinger Nachrichten enthalten einen Grossteil, doch sind auch andere, z. B. schweizerische, französische und schwedische Zeitschriften beteiligt. Zu den sonst üblichen systematischen Darstellungen grösserer Gebiete in Buchform fand die überquellende Schöpferkraft von Hurwitz keine Musse. Erst der Schluss seines Lebens hat uns seine Vorlesungen über die Zahlentheorie der Quaternionen beschert.

Während Professor Hurwitz so arbeitend und lehrend rastlos tätig war, stieg sein wissenschaftlicher Ruhm mit jedem Jahr, und die Anerkennung seiner grossen Leistungen blieb nicht aus. Es ernannten ihn zum Ehrenmitgliede die mathematischen Gesellschaften von Hamburg und von Charkow, sowie die London Mathematical Society. Er wurde von der Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen zum korrespondierenden Mitglied, von der Academia dei Lincei in Rom zum auswärtigen Mitglied erhoben. So blieb wahrlich die Anerkennung der Welt nicht aus. Und doch lauerte ein unheilvolles Schicksal und stutzte jäh seinem Schöpfergeist die Schwingen. Vom Jahre 1899 datiert ein Leiden, das 1905 einen operativen ärztlichen Eingriff nötig machte. Professor Krönlein musste dem schwer Erkrankten eine Niere entfernen. Die Operation gelang; aber als dann im Lauf der Jahre auch die zweite Niere versagte und zunehmende Beschwerden verursachte, da war es um die Lebenskraft des Unermüdlichen geschehen. Absolute, sorgfältigste Schonung, lautete schliesslich die Losung, der er sich fügen musste. Körperliche Schmerzen und Schlaflosigkeit nagten seither unablässig an seinen Kräften, so dass er um Entlastung von der grossen, für Ingenieure bestimmten Vorlesung nachkommen musste. Die Behörde wusste seinen Wert zu schätzen und kam ihm nach Möglichkeit entgegen. Seine Lehrverpflichtung wurde auf wenige höhere Vorlesungen und Seminarien für Fachmathematiker beschränkt, die er in den letzten Jahren meist in seiner Wohnung abhielt. Er hat sich in dieser Stellung um die Abteilung, die Fachlehrer in Mathematik und Physik ausbildet, die grössten Verdienste erworben. Jährlich hat er aus der Fülle seiner Ideen seinen Schülern (einem Grossteil der schweizerischen Mathematiklehrer des letzten Vierteljahrhunderts) die Themata für ihre Diplomaufgaben geschöpft, die häufig später zu Promotionsarbeiten erweitert wurden, und viele hat er in die selbständige wissenschaftliche Forschung eingeführt.

Indessen nahmen seine Körperkräfte mehr und mehr ab. Aber je schwächer sein Leibliches wurde, um so mehr raffte sich sein Geist in zäher, eiserner Entschlossenheit auf und es begann ein fast rührend anzusehender, heroischer Kampf seines Willens mit seinem kränkelnden Leibe. Und er hat es durchgesetzt, dass er bis ganz zuletzt seine Berufspflichten erfüllen konnte. Tapfer hat er sich noch gewehrt, als schon der grimme Tod seine Hand auf ihn gelegt hatte. Erst zwei Wochen vor seinem Ende hat er darauf verzichtet, sein angekündigtes Seminar abzuhalten. So gab er das schönste Beispiel treuer Pflichterfüllung!

Hurwitz' Arbeiten sind zu einem grossen Teil von aussergewöhnlicher Bedeutung. Allen ist eine seltene, innere und äussere Vollendung, Schönheit und Eleganz eigen. Seine Gedankengebäude baut er in herrlicher, grosser Architektur. Nichts fehlt, nichts ist überflüssig. Seine Promotionsarbeit, sein Beweis der Transzendenz der Zahl e sind prächtig geschliffene, köstliche Edelsteine. Die Unrast moderner Produktionsweise war und blieb seinem Wesen fremd; nichts Unfertiges hat seine Werkstatt verlassen. Demgemäss trugen auch seine Vorlesungen abgerundete, ausgefeilte Form. Dazu kam ein kristallklarer, niemals überstürzter Vortrag, der seine Vorlesungen zum hohen ästhetischen Genuss machte, wobei es freilich aber unmöglich war, das Geheimnis seiner schöpferisch-mathematischen Produktionstätigkeit zu belauschen. Seine Seminarien und sein persönlicher Verkehr, den er liebenswürdig gewährte, boten dafür Ersatz.

Als Mensch war Hurwitz ein im schönsten Sinne ausgeglichener Charakter, ruhig und besonnen, gütig und leidenschaftslos im Urteil. Seine bescheidene Natur, die so gar nicht auf Kampf und Hader gestimmt war, trieb ihn nicht, sich öffentlich hervorzutun. Still und zurückgezogen lebte er seiner Wissenschaft und seinen mannigfaltigen Interessen, unter denen die Musik an vorderster Stelle stand. Unserm Lande gegenüber, dessen Bürger er nie wurde, wahrte er ein taktvolles, warmes Interesse.

Die Wissenschaft verliert in Adolf Hurwitz eine Leuchte, die Eidgenössische Technische Hochschule einen genialen Lehrer, seine Kollegen und Freunde und die Welt einen gütigen, liebenswürdigen Menschen.

Rede von Professor Dr. A. Stern.

Geehrte Trauerversammlung!

Im Namen der Freunde des Entschlafenen habe ich die schmerzliche Pflicht zu erfüllen, ihm an dieser Stelle ein Wort des Abschieds nachzurufen. Ein Wort des Abschieds und des Dankes für das, was er uns gewesen ist. Seine hohen Verdienste um die Förderung der Wissenschaft können nur von seinen Fachgenossen nach Gebühr gewürdigt werden.

Seine fruchtbare Lehrtätigkeit wirkt nach im Kreise der zahlreichen Schüler, die zu seinen Füssen gesessen haben. Aber dem Menschen und seiner edlen Persönlichkeit galt die Liebe und Hochschätzung aller, die das Glück hatten, ihm nahezutreten. Es war in ihm eine seltene Verbindung scharfen Verstandes und reiner Herzensgüte, kritischer Betrachtung und hingebenden Wohlwollens, männlicher Tatkraft und kindlichen Sinnes: dies alles harmonisch zu einem Ganzen verschmolzen, dessen Zauber sich niemand entziehen konnte, den er seines vertrauten Umgangs und seiner Freundschaft würdigte. Dazu kam, dass er keineswegs in seiner Wissenschaft, wenn sie ihm auch das Höchste bot, aufging. Der Kreis seiner Interessen war gross. Wie er neben seinen mathematischen Arbeiten einem hervorragend gelungenen Abiturientenaufsatz über Lessings Laokoon die Befreiung vom mündlichen Maturitätsexamen verdankte, so blieb er der Beschäftigung mit Erzeugnissen der Literatur, deutscher und fremder, bei fein geläutertem Geschmack, zeitlebens treu. Vor allem war ihm die Musik eine Quelle der Freude und Erholung. Er hatte sich ihr von Jugend auf hingegeben und bildete sich zu einem vorzüglichen Pianisten aus. Während seiner Göttinger Zeit wirkte er im Hause des Anatomen Jakob Henle, der einst eine Zierde unserer Universität Zürich gewesen, in Kammermusik-Aufführungen mit, beteiligte sich an den musikalischen Abenden des Germanisten Moritz Heyne, spielte regelmässig vierhändig mit dem Juristen Rudolf von Ihering. Sein Haus war eine Pflegestätte der holden Kunst und noch acht Tage vor seinem Tode unter quälenden Schmerzen setzte er sich an den gelieben Flügel, um sich für kurze Zeit in freier Phantasie zu ergehen. Philosophische Probleme fesselten ihn seit den Tagen, da er in Leipzig bei Wilhelm Wundt gehört und auch persönlich zu ihm in Beziehung getreten war. Die Angelegenheiten des öffentlichen Lebens verfolgte er mit lebhaftester Teilnahme, und es ist gewiss, dass der tiefe Kummer wegen des schweren Geschickes des Vaterlandes den Druck des körperlichen Leidens, der auf ihm lastete, noch verstärkte.

Seine Gesundheit war immer zart. Zweimal, in München 1877 und 1886 auf der Insel Borkum, wo er mit seinem Lehrer und Freund Felix Klein verweilte, wurde er von einem schweren Typhus gepackt. Heftige Migräne, an der er von Jugend an litt, zwang ihn mitunter, die anstrengenden Studien zu unterbrechen. Indessen seit seiner Berufung an unsere technische Hochschule erfreute er sich eine Reihe von Jahren hindurch einer Frische und Spannkraft, die ihm die rastlose Lehr- und Forschertätigkeit erlaubten. Er fühlte sich überhaupt in seinem neuen Wirkungskreis sehr wohl, hochgeschätzt von seinen Kollegen, auf den Händen getragen von seinen Schülern. Glücklicher Gatte der ältesten Tochter des Königsberger Mediziners Samuel und Vater dreier heranwachsender Kinder hatte er sich ein schönes, gastliches Heim ganz nach seinem Sinn gegründet. Für die landschaftlichen Reize und für die freiheitlichen Einrichtungen der Schweiz war er sehr empfänglich. Sein Leben floss in ruhigem, klarem Strom dahin. Aber seit 1899 begannen sich die körperlichen Beschwerden einzustellen, die schliesslich, nachdem der Sitz des Übels erkannt war, im Juli 1905 zur Entfernung einer Niere Anlass gaben. Im Lauf der Jahre zeigte sich, dass auch die zweite Niere erkrankt war, und bis auf vorübergehende Besserungen hatte unser Freund und hatten die Seinen mit ihm schwere Zeiten durchzumachen. Mit welcher Geduld er seine Leiden ertrug, wie er sich immer wieder aufzuraffen suchte, wie er noch drei Wochen vor seinem Tode mit heroischer Aufbietung des Restes seiner Kräfte das mathematische Seminar in seiner Wohnung abhielt, war bewundernswert. In den letzten vierzehn Tagen gestaltete sich der Zustand völlig trostlos und hoffnungslos. Es war ein langsames Hinschwinden. Er selbst wünschte, nicht mit Bewusstsein Abschied nehmen zu müssen. Dieser Wunsch ist ihm gewährt worden. Nach mehrtägiger Agonie ist er für immer entschlummert.

Wenn auf irgend jemanden die Bezeichnung einer «anima candida» passte, so auf ihn. Eine reine, lautere Seele, treu sich selbst, den Seinen, seinem Beruf, seine Pflicht erfüllend bis zum letzten Hauch: so wollen wir seine Erscheinung festhalten. Den Leib übergeben wir der zerstörenden Flamme. Das geistige Erbteil, das er in der Wissenschaft hinterlassen, das Bild des edlen Menschentums bleibt unzerstörbar im Gedächtnis der Nachlebenden.

*

Es sei mir gestattet, aus meinen Erinnerungen den beiden Reden noch einige Notizen hinzuzufügen. Habe ich doch 42 Jahre lang mit Hurwitz in freundschaftlichem und wissenschaftlichem Verkehr gestanden. Wir waren Herbst 1877 miteinander bekannt geworden, als wir beide nach Berlin gekommen und dem mathematischen Verein der Universität beigetreten waren. Hurwitz hatte gerade sein erstes akademisches Semester in München absolviert, ich selbst war sechs Semester älter. Trotz diesem Altersunterschiede wurden wir rasch intime Freunde, die fast täglich zusammenkamen. Zu unserem Kreise gehörten namentlich noch A. Amsler, R. v. Lilienthal, H. Maser, Fr. W. Meyer, C. Runge, C. Schilling, F. Schur, A. Wernicke, E. Wiltheiss u. a., die später fast alle in akademischen Stellungen tätig waren oder es noch sind. Ich erinnere mich noch wie heute, mit welcher Auszeichnung der erst 18 jährige Hurwitz, der uns gegenüber ja noch ein Fuchs war (nach Berlin ging man damals gewöhnlich erst in höheren Semestern), von seinen älteren Komilitonen aufgenommen wurde, als diese sahen, mit welchem Ernste und mit welcher Überlegenheit er in das wissenschaftliche Leben des Vereins eingriff, das gerade zu jener Zeit besonders rege war. Vorträge wie die «Über Charakteristiken-Theorie», «Über Schliessungsprobleme», «Über geometrische Verwandschaften», die er uns in seinen drei Berliner Semestern hielt, verbunden mit seiner übrigen wissenschaftlichen Vereinstätigkeit befestigte bald bei uns allen die Überzeugung: Der ist zu Grossem berufen. Und so kam es ja auch. Schon in den achtziger Jahren schrieb mir einer der oben genannten gemeinsamen Freunde, der selber mitten in einer hochangesehenen wissenschaftlichen Tätigkeit stand und schon Ordinarius war, während Hurwitz noch als Extraordinarius amtete: «Er [Hurwitz] hat uns wohl alle durch seine Leistungen überflügelt».

Aus unserer Studentenzeit möchte ich noch zweier Episoden gedenken. Ostern 1879 hatte mich Freund Adolf zu einem längeren Ferienaufenthalte nach Hildesheim eingeladen. Sein Vater lebte damals noch, die Mutter aber war schon früh gestorben. Dass sie einem bösartigen Leberleiden erlegen war, hat Adolf ihrem Wunsche gemäss nie erfahren. Etwa 14 Tage, die mir unvergesslich sind, durfte ich in dem gastlichen Hause zubringen. Dem Haushalte stand eine treubesorgte Tante vor, die Adolf wie eine Mutter verehrte. Neben edler Geselligkeit, bei der die Musik eine Hauptrolle spielte und die mich mit manchem interessanten Menschen bekannt machte, war es natürlich die herrliche Stadt mit ihren unvergleichlichen Fachwerkbauten und übrigen Kunstwerken, die unsere Zeit in Anspruch nahm. Adolf wurde nicht müde, mich mit den Schönheiten seiner geliebten Vaterstadt vertraut zu machen, und ich freute mich des kundigen Führers.

Mit Beginn der Herbstferien desselben Jahres 1879 fuhren A. Amsler und ich von Berlin auf der Heimreise über München, um unsern Freund Hurwitz zu besuchen, der seit einem Semester wieder in der Isarstadt studierte. Auch diese Münchener Tage leuchten noch heute hell in meiner Erinnerung. Von den Kunstschätzen abgesehen, die uns von früher her nicht unbekannt waren und die uns nun erst recht zu einer Quelle ruhigen, gemeinsamen Geniessens wurden, waren es namentlich die Bekanntschaften mit Brill und Klein und sodann auch mit Cayley, die uns den Aufenthalt wertvoll machten. Es bedarf keiner Erwähnung, dass wir unserem Freunde Hurwitz die Vermittlung verdankten. Er hatte seinen Lehrern von seinen Berliner Gästen erzählt und war von ihnen aufgefordert worden, sie ihnen zu bringen. Mit grösster Liebenswürdigkeit demonstrierten die beiden ihre Institute mit den dazu gehörigen Modellsammlungen und knüpften bald an dieses, bald an jenes Objekt interessante Mitteilungen. So erinnere ich mich noch heute nach mehr als 40 Jahren der anschaulichen und eleganten Art, auf welche Klein eine Kummersche Fläche aus zwei aufeinander gelegten Flächen zweiten Grades durch Aufblähen entstehen liess.

Zur selben Zeit weilte auch Cayley in München und so gab es sich, dank der Freundlichkeit Kleins, dass wir mit seinem berühmten Gaste bekannt werden durften.

Auf den Münchner Aufenthalt folgte eine Pause von mehr als einem Jahrzehnt, wenigstens soweit es sich um unmittelbaren persönlichen Verkehr handelte. Dafür entwickelte sich ein um so regerer brieflicher Austausch, der nicht einmal mit dem Jahre 1892, dem Jahre der Übersiedelung nach Zürich, wo wir ja wieder direkt verkehren konnten, ganz zur Ruhe kam.

Es war für Hurwitz selbstverständlich, dass er gleich nach seiner Übersiedelung unserer Naturforschenden Gesellschaft beitrat. Die Aufnahme erfolgte schon am 21. November 1892, gleichzeitig mi der von Professor Hartwich. Erlaubte ihm nun auch sein Gesundheitszustand nicht einen regelmässigen Besuch der Sitzungen, so hat er doch, so oft der Ruf an ihn erging, stets gerne auch an dem speziellen wissenschaftlichen Leben Zürichs teilgenommen. Als im Jahre 1896 unsere Naturforschende Gesellschaft ihr 150 jähriges Bestehen feierte, lieferte er zu der Festschrift (41. Band der Vierteljahrsschrift) den Beitrag: «Über die Kettenbrüche, deren Teilnenner arithmetische Reihen bilden», der mit seinem berühmten Beweise von der Transzendenz der Zahl *e* vom Jahre 1893 in Zusammenhang steht. Im folgenden Jahre 1897 tagte in Zürich der erste internationale Mathematikerkongress. Hurwitz übernahm nicht nur die Arbeiten, die mit dem Amte eines Einführenden der zweiten Sektion (Analysis und Funktionentheorie) verbunden waren, er liess sich auch zum Präsidenten des Empfangskomitees wählen und richtete als solcher am Vorabend des Kongresses eine gehaltvolle Begrüssungsrede an die Gäste. Von ungleich grösserer Bedeutung aber war der Dienst, den er dem Kongresse und der Wissenschaft überhaupt durch den grossen Vortrag der ersten Hauptversammlung leistete: «Über die Entwicklung der allgemeinen Theorie der analytischen Funktionen in neuerer Zeit».

Ausser der bereits genannten Abhandlung vom Jahre 1896 hat Hurwitz unserer Vierteljahrsschrift noch zwei weitere geliefert: «Über die Anwendungen der elliptischen Modulfunktionen auf einen Satz der allgemeinen Funktionentheorie» (49. Band, 1904), die sich auf eine von Landau gegebene Verallgemeinerung eines berühmten Picardschen Satzes bezieht, und sodann «Über ternäre diophantische Gleichungen dritten Grades», die in der Festschrift unserer Gesellschaft vom Jahre 1917 (62. Band der Vierteljahrsschrift) enthalten ist.

Mit Zürich und seiner technischen Hochschule wird daher auch unsere Naturforschende Gesellschaft Adolf Hurwitz ein treues und dankbares Andenken bewahren. *F. R.*

Zweiter Teil

Sitzungsberichte

Sitzungsberichte von 1919.

Protokoll der Sitzung vom 13. Januar 1919

abends $7^1/_2$ Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Dr. E. Rübel. Anwesend 119 Personen.

Traktanden:

1. Der Vorsitzende begrüsst die Anwesenden und die Zürcherische botanische Gesellschaft, die zu diesem Vortrag eingeladen wurde.
2. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an Prof. Dr. M. Rikli, den Verfasser des Referates, und den Sekretär.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

   Herr Dr. med. Stefan Arnold, Arzt, Limmatstr. 50, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

   Herr Fritz Escher, Dir. des städt. Gaswerkes Schlieren, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

   Frl. Betty Ernst, Häldeliweg 35, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

   Herr Dr. med. Emil Fischer, Arzt, Bolleystrasse 19, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

   Herr Ernst Voellmy, stud. agr. E. T. H., Klosbachstr. 109, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Prof. M. Rikli.

   Herr Robert Kaufmann, Belsitostr. 17, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

   Herr Dr. jur. Franz Meyer, Utoquai 31, Zürich 8, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

   Herr Jakob Heinrich Frey, Kaufmann, Zollikerstr. 152, Zürich 8, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

   Frl. Jeanette Karrer, Lehrerin, Phönixweg 4, Zürich 7, empfohlen durch Frl. Martha Meyer.
4. Vortrag des Herrn Dr. Ernst Furrer:

Wandlungen in der Vegetationsdecke der Schweiz

(mit Lichtbildern).

Im Laufe des vorigen Jahrhunderts hat der Entwicklungsgedanke alle Zweige der Naturwissenschaften befruchtet, spät erst die Vegetationsforschung. Die Wandlungen der Pflanzendecke wurden vorher nur beiläufig und auf eng umschriebenen Teilgebieten verfolgt. Und doch ist jedes Stück Vegetation etwas in Veränderung Begriffenes, etwas Gewordenes, und Neues kann daraus werden. Als der Vortragende 1910 die pflanzengeographische Bearbeitung der

Täler von Bormio in Angriff nahm, erforschte er neben der Flora grundsätzlich die Sukzession, d. h. die Wandlung der gesamten Pflanzendecke (Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Bd. 59. 1914). Seither werden auch in der Schweiz derartige Studien immer mehr gepflegt (z. B. Kelhofer, Hager, Amberg).

Längs Flüssen erfolgt die Erstbesiedelung der Schotterbänke besonders durch Erlen, Weiden, Kompositen (Samen mit Flugapparat), sowie durch angeschwemmte Böschen und Pflanzenteile. Lichthungrige Kiespflanzen und Gebüsch (Hippophaë, Myricaria) gehen im Schatten der emporwachsenden Erlen-Weiden-Au zugrunde. Mit sinkendem Grundwasserspiegel beginnt die Herrschaft der Buche, auch wenn sich ein Föhrenwaldstadium einschiebt (z. T. nach Siegrist). Alpeneinwärts vereinfacht sich die Sukzession, indem die baumförmigen Konkurrenten mehr und mehr zurückbleiben und in der Nadelwaldstufe die Fichte zu den ersten Ansiedlern gehört. Auch ausserhalb der Schweiz bieten die Vegetationswandlungen längs Flüssen ein ähnliches Bild, indem verwandte Lebensformen einen übereinstimmenden Wechsel der edaphischen Stadien herbeiführen, bis der klimatische Bestand endgültig triumphiert, in Transkaspien z. B. die Steppe über die Pappelau.

Der Verlandungsprozess lehrt ebenfalls, wie die edaphischen Pflanzengesellschaften durch ihre eigene Lebenstätigkeit die Bedingungen für die nächstfolgende vorbereiten, bis das klimatisch bedingte Klimaxstadium die Sukzession abschliesst, in der alpinen Stufe der Zentralalpen auf Urgebirge z. B. das Curvuletum.

In Lichtbildern von der Fallätsche zeigt der Vortragende, wie die abschüssigen Hänge des Albis besiedelt werden. Auf rutschigem Mergel leiten Horstpflanzen (Agrostis alba, Calamagrostis varia, Sesleria coerulea) die Berasung ein, Föhren und Weiden kommen auf, und die Vegetation schliesst sich zum Föhrenwald. Doch schafft die Erosion Anrisse, die den Pflanzenteppich nach und nach abtragen. Nur an weniger steilen Stellen verdrängt der Buchenwald die Föhrenbestände. In den Voralpen treten Buche und Föhre in ähnliche Konkurrenz, während am Südabfall des Jura die Buche der Steineiche den Platz streitig macht, wenn die Böschung sanfter und der Boden humoser geworden ist.

Eine weitere Bilderserie veranschaulicht die Rückeroberung von Kulturland durch die Vegetation, die von Natur aus das Anrecht darauf hätte, und eine letzte Bildergruppe gewährt Einblick in den Kampf der alpinen Pflanzengesellschaften gegen Klima und Boden wie gegeneinander: Sie stellen Rundhöcker auf Kalk (durch Carex firma und Dryas) und Urgestein (Carex curvula), sowie Schutthalden in verschieden fortgeschrittenen Besiedelungsstadien dar (diese mit Carex firma, über die Carex sempervirens siegen kann, mit Agrostis alpina, Sesleria coerulea und der südalpinen Festuca varia, die stellenweise auch Carex sempervirens weichen muss, ferner mit Spalieren von Salix retusa).

Es ist ein starkes Halbjahrhundert nach Darwin nicht mehr verfrüht, wenn die Sukzessionslehre in der Vegetationsforschung grundsätzlich Berücksichtigung findet, liegen ihr doch die Gedanken der Entwicklung und des Daseinskampfes zugrunde. Die Nordamerikaner haben, dank der Pionierarbeit Cowles, einen verheissungsvollen Anfang gemacht. Scharfe Naturbeobachtung, induktive Denkweise und stärkere Betonung der Floristik werden einen gedeihlichen Ausbau der noch jungen Sukzessionslehre am ehesten sichern. (Autoreferat.)

Der Vorsitzende und der Beifall der Versammlung danken dem Vortragenden für die interessanten Ausführungen und schönen Lichtbilder.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Protokoll der Sitzung vom 27. Januar 1919

abends $7^1/_2$ Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Dr. E. Rübel. Anwesend 123 Personen.

Traktanden:

1. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren:
   am 21. Januar 1919 Herrn Prof. Dr. Georg Ruge, Mitglied seit 1898.
   Die Anwesenden erheben sich zu seinen Ehren.
2. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
   Herr Georg Boner, Ing., Verw.-Rats-Delegierter von Brown, Boveri u. Co., Florhofgasse 2, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Ing. Täuber.
   Herr Dr. Albert Schoch, Lehrer an der Kantonsschule, Gattikerstrasse 8, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.
   Frau Dr. ès. sc. Amélie Hoffmann-Grobéty, Ennenda, Kt. Glarus, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. M. Rikli.
   Herr Dr. jur. Henry Bodmer-Abegg, Bellariastr. 20, Zürich 2, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.
   Herr Adolf Wieland, Kaufmann, Germaniastrasse 51, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Ing. Mühleder.
   Herr Heinrich Gretler, Apotheker, Rindermarkt 19, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Nat.-Rat Guyer.
   Herr Heinrich Jenny, stud. rer. nat., neue Beckenhofstr. 42. Zürich 6, empfohlen durch Herrn Walter à Wengen.
4. Vortrag des Herrn Prof. Dr. H. E. Fierz:

Friedensmöglichkeiten der schweizerischen chemischen Industrie.

Der Vortragende weist einleitend auf die Bildung grosser chemischer und metallurgischer Trusts im Auslande hin, die die Schweiz zwingen, irgendwelche Massnahmen zu treffen. Zuerst untersucht er die wirtschaftlichen Grundlagen der schweizerischen chemischen Industrie und kommt zu dem Schlusse, dass als erste und wichtigste Quelle die Wasserkräfte der Schweiz in Betracht kommen. Es wird an Hand der Niederschlagsmengen und der durchschnittlichen Überhebung der Schweiz über ihre Umgebung berechnet, dass in der Sekunde 1500 m³ Wasser auf die Schweiz niederfällt, welche gerade 1000 m Gefälle haben. Diese 1500 m³ erscheinen aber nicht vollständig an den Ausflüssen des Rheins, der Rhone etc., sondern davon verschwinden ca. ein Drittel, sei es als Grundwasser, sei es durch Verdunstung. Es berechnen sich aus den restierenden 1000 m³ mit 1000 m Gefälle 13400000 HP und es wird angenommen, dasss 30% davon gewonnen werden könnten, was 4 Millionen HP ausmacht. Diese 4 Millionen entsprechen gerade der Gesamtenergie des Niagaras. Es wird nun angegeben, wie viel Chemikalien man aus 1 Million HP gewinnen könnte, da es im Bereiche der Möglichkeit liegt, einmal so viel für chemische

Zwecke zu benützen. Die Mengen von Aluminium, Salpetersäure etc. stellen nach der Ansicht des Referenten die eiserne Wehr der schweizerischen chemischen Industrie dar, die man ausbauen muss. Dazu ist aber eine interkantonale Verständigung nötig.

Neben der elektrochemischen Industrie kommt für die Schweiz noch die Fabrikation der Schwefelsäure und der Soda in Betracht, die aber in bezug auf Rohstoffe zum grossen Teil vom Auslande abhängig sind. Es wird ferner darauf hingewiesen, dass alle Rohstoffe bestmöglich ausgenutzt werden sollten und dem Bedauern Ausdruck gegeben, dass man noch immer keine grosse Kokerei und Gasfabrik errichtet habe.

Dann kommt die wirtschaftliche und finanzielle Konzentration in Betracht, da diese erlaubt, sich neuen Problemen zuzuwenden. In Basel ist bei den Farbenfabriken ein sehr erfreulicher Anfang gemacht worden, leider bemerkt man vorläufig nichts ähnliches auf elektrochemischem Gebiete. Damit nun die schweizerische chemische Industrie im Auslande richtig vertreten ist, muss sie, dem Beispiele Englands folgend, in der Mehrheit schweizerisch sein. Ferner sollte unter der Mitwirkung aller Banken und aller bedeutenderen Werke eine schweizerische Studiengesellschaft geschaffen werden, die die Absatzmöglichkeiten im Auslande schafft und Rohstoffe erzeugt, damit die Schweiz nicht schlechter als die andern Staaten gestellt ist. Dann ist es unerlässlich, dass die Diplomatie mehr als anhin mit der Industrie arbeite, obschon auch heute mehr geschieht, als der grossen Menge bekannt ist. Es wird in diesem Zusammenhang auf ein Referat von Dr. H. David hingewiesen, der die diplomatische Vertretung der Schweiz im Auslande einer genauen Prüfung unterzogen hat.[1]

Die Transportfrage spielt nach der Ansicht des Vortragenden keine so wichtige Rolle, wie man vielfach annimmt, da die Distanzen in den Grossstaaten bedeutender sind und die Schweiz ausgezeichnete Verbindungen mit dem Meer besitzt. Ausschlaggebend ist gemeinsames Handeln und Hintansetzung von Sonderbestrebungen, auch ist die gründliche wissenschaftliche Bildung eminent wichtig.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Zukunftsproblem der schweizerischen chemischen Industrie sehr komplex ist, dass es nicht von Einzelnen oder einigen Gruppen gelöst werden kann, sondern unter Zusammenschluss aller in Frage kommenden Faktoren, es ist ein demokratisches Problem.

(Autoreferat.)

Dem Vortrag, dem lebhafter Beifall gespendet wurde, schloss sich eine rege Diskussion an. Rektor Prof. Bosshard schliesst sich den Thesen des Vortragenden im wesentlichen an, indem er dessen Darlegungen ergänzt, durch Einblicke, die er in diversen Kommissionen und Versammlungen während der Kriegszeit gewonnen hat. Erwähnt seien hiervon: die zentrale schweizerische Kokerei wurde gerade von der Basler chemischen Industrie ganz entschieden abgelehnt; die Abgabe von Pyrit benutzte Italien als Druckmittel zur Erlangung gewisser Produkte, die sonst von der Schweiz nicht in dem Umfange abgegeben worden wären; die Walliser Pyrite kommen, was Qualität und Quantität anbelangt, nur für den Notfall in Frage. Direktor Fritz Escher weist bezüglich der Frage der zentralen Kokerei darauf hin, dass das Ausland gerade auf diesem Gebiete die grössten Anstrengungen gemacht habe und noch mache, um nicht mehr Kohlen zu exportieren, sondern deren Verarbeitung selbst vorzunehmen. Dr. E. Ott verbreitet sich darüber, dass das in einer zentralen Kokerei erzeugte Gas in der Schweiz nicht wirtschaftlich genug verwendet werden könne. Direktor Paul Schläpfer spricht über die rationelle Ausnutzung der Brennstoffe im kleinen, sodass Fälle, in denen nur 40% Nutzeffekt vorhanden ist, unmöglich werden. Rektor Bosshard hebt endlich noch die aussergewöhnliche volkswirtschaftliche Bedeutung der besprochenen Fragen hervor. Es ist notwendig, unsere technisch gut gebildete Jugend auch nationalökonomisch zu bilden.

---

[1] Dr. H. David: Die diplomatische und wirtschaftliche Vertretung der Schweiz im Auslande. (Orell Füssli, Zürich 1915. Schweizer Zeitfragen, Heft 45.)

Der Vorsitzende verdankt den Vortrag herzlich.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Protokoll der Sitzung vom 10. Februar 1919

abends $7^1/_2$ Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Dr. E. Rübel. Anwesend 136 Personen.

Traktanden:

1. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren:
   am 2. Januar 1919 Herrn Prof. Dr. Konrad Brandenberger. Die Anwesenden erheben sich zu seinen Ehren.
2. Heute feiert Prof. Dr. Simon Schwendener in Berlin, Ehrenmitglied der Gesellschaft, seinen 90. Geburtstag. Der Vorsitzende skizziert die wissenschaftliche Laufbahn dieses hervorragenden Botanikers, die er 1857 als Dozent in Zürich begann. Es ist zu diesem Festtage eine Gratulation an ihn abgegangen.
3. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
4. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
   Herr J. H. Escher-Lang, Kaufmann, Hofackerstr. 44, Zürich, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.
   Herr Dr. Emil Misslin, Chemiker, Privatdoz. E. T. H., Minervastr. 128, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. E. Bosshard.
5. Vortrag des Herrn Prof. Dr. J. Strohl:

Innere Sekretion und allgemeine Biologie.

Die Organisation der lebenden Wesen (Organismen) setzt leitende, ordnende Prinzipien voraus. Neben den an nervöse Bahnen gebundenen Beziehungen, die fördernd oder hemmend das Zusammenspiel der einzelnen Teile regeln, bestehen auch nicht-nervöse, chemische Korrelationen, deren Weg das Zirkulationssystem ist und zu denen die innere Sekretion gehört. Beide Korrelationsarten haben wir uns wohl nicht als prinzipiell verschieden vorzustellen, sind doch auch bei den nervösen Funktionen chemische Prozesse im Spiele. Dem Vergleich des Nervensystems mit einem gewöhnlichen Telegraphennetz, lässt sich etwa ein solcher zwischen innerer Sekretion und drahtloser Telegraphie an die Seite stellen. Während das Nervensystem seine besondere Bedeutung in der Beherrschung des momentanen Zusammenspieles besitzt, kommen ihm die chemischen Korrelationen offenbar vor allem für das kontinuierliche, stille Aufeinander-Abgestimmtsein der Teile zu Hülfe.

Da der Begriff der inneren Sekretion immer mehr Anwendung findet, auf

Gebieten, denen er bis jetzt fremd war und bei Behandlung von Fragen, die besonders auch den Zoologen interessieren, sollte hier geprüft werden, wie weit eine solche Übertragung ohne Bedenken möglich ist. Zu diesem Zweck musste zunächst versucht werden, den Begriff dort zu fassen, wo er entstanden ist.

Im Allgemeinen handelt es sich bei der inneren Sekretion um nach innen (Blut, Lymphe) gerichtete Absonderungsvorgänge, die von bestimmten, bis jetzt fast nur bei Wirbeltieren näher gekennzeichneten, drüsigen Organen ausgehen. Als Beispiele wurden in dieser Hinsicht kurz charakterisiert: Schilddrüse, Nebenniere, Pankreas und Geschlechtsdrüsen. Für die wenigsten Organe, denen innersekretorische Tätigkeit zugeschrieben wird, besteht zur Zeit tatsächlich ein Nachweis des abgeschiedenen spezifischen Stoffes in den von diesen Organen wegführenden Zirkulationsbahnen.

In gewisser Hinsicht am deutlichsten bringt den Charakter dieser Stoffe ein Produkt der Nebennieren, das Adrenalin, zum Ausdruck, das auch bei Wirbellosen vorzukommen scheint. Es besitzt eine besondere Affinität zum sympathischen Nervensystem und gewinnt dadurch Einfluss auf die zahlreichen von diesem innervierten Organe. Gerade mit den Elementen des sympathischen Nervensystems gehören nun aber auch die das Adrenalin liefernden Zellen genetisch näher zusammen, und es äussert sich da ein aufeinander hinweisendes Motiv zwischen verwandten Elementen, dem vielleicht allgemeinere Bedeutung für die Vorstellung der inneren Sekretion zukommt.

Für gewöhnlich sind die spezifischen inneren Sekrete am besten bekannt unter dem Namen der Hormone, worunter nicht irgendwelche in's Blut abgesonderte Reizstoffe, vielmehr nur solche zu verstehen sind, auf die ein gewisses Erfolgsorgan abgestimmt ist. Das Besondere in ihrer Wirkung ist nicht so sehr in der produzierten Substanz selbst gelegen, vielmehr „in der Erwerbung einer spezifischen Empfindlichkeit seitens eines anderen funktionell verwandten Gewebes“ (Biedl), wie dies z. B. in der Beziehung zwischen Adrenalin und sympathischem Nervensystem zum Ausdruck kommt. Also nicht beliebig vagabundierende Stoffe, die schon irgendwo sich festsetzen werden, sondern an bestimmte Adressen dirigierte „chemische Boten“ (Starlings chemical messengers). Für diese Vorstellung von Auftraggeber und Adressat ist aber nicht mehr Teleologisches notwendig als etwa für die Erklärung der Tatsache, dass der feine Duft weiblicher Schmetterlinge auf weite Entfernung von den zugehörigen Männchen rezipiert wird, auch wenn ein ganzer Wall anderer Gerüche dazwischen liegt, für die nur eben die Fühler des Männchens gar nicht empfindlich sind.

Durch die Betonung ihrer Botennatur werden also nur ganz bestimmte im Blut zirkulierende Substanzen als Hormone zu gelten haben. Die Begriffe „innere Sekrete“ und „Hormone“ decken sich demnach nicht. Auch über diese Differenzierung hinaus ist es noch wünschenswert geworden, verschiedene Hormonkategorien zu unterscheiden und zwar vor allem funktionell wirkende oder Hormone im engeren Sinn (wie etwa das die Tätigkeit des sympathischen Nervensystems beeinflussende Adrenalin) und formbestimmende, morphogenetisch wirkende oder Harmozone, deren Reizwirkung auf Wachstumsprozesse (der Knochen, Milchdrüsen, Keimdrüsen etc.) gerichtet ist. Daneben ist auch noch, im Anschluss an Gley, die Abtrennung von Parhormonen, wenigstens vorläufig, durchaus empfehlenswert. Als solche wären alle jene Substanzen zu betrachten, die als Stoffwechselend- oder zwischenprodukte von verschiedenen Geweben aus ins Blut gelangen und zwar bestimmte Reizwirkungen aber gewissermassen nur im Nebenamt ausüben, wie etwa die bei der Gewebsatmung entstehende Kohlensäure, die das Atemzentrum anregt, oder der hauptsächlich in der Leber gebildete Harnstoff, der nach den Nierenzellen gelangt. Bei diesen Stoffen ist der Unterschied gegenüber den Hormonen zunächst nicht scharf erkennbar, denn sie müssen ja auch zu den Geweben, auf die sie als Reiz wirken, eine bestimmte Beziehung haben, für unser Empfinden ist aber eine Verschiedenheit doch soweit vorhanden, dass besonders darauf gerichtete Untersuchungen gerechtfertigt erscheinen, durch die festzustellen wäre, ob der Unterschied zwischen ihnen und den Hormonen wesentlicher Art ist oder nicht. Da es sich dabei um Substanzen handelt, deren Wesen und Schicksal sonst gut bekannt ist, dürfte das Studium ihrer Beziehungen zu Atemzentrum resp. Nierenzellen Aussicht auf Erfolg bieten und dadurch dann auch für das Verständnis des einstweilen unbekannten Wirkungsmechanismus der Hormone selbst allerlei gewonnen werden.

Die Existenz verschiedener innerer Sekretkategorien hat zur Folge, dass aus der blossen Feststellung, dass etwas nach innen sezerniert wird, noch kein bindender Schluss auf die Art des Sekretes gezogen werden kann. Dieser Schluss wird noch bedeutend dadurch erschwert, dass die Existenz innerer Sekretion wieder meist nur indirekt erkannt wird durch Feststellung nicht-nervöser Fernwirkung eines Organes. Die dabei zur Anwendung gelangenden Methoden und Kriterien sind aber, jede für sich allein genommen, kaum eindeutig zu verwerten, wie namentlich das Beispiel der Wirkung von Organextrakten zeigt.

Bestehen demnach wesentliche Lücken in den Vorstellungen über innere Sekretion und Hormone schon auf den medizinischen Gebieten, auf denen diese Begriffe entstanden sind, so muss erst recht grösste Vorsicht walten bei der Vornahme von Anwendungen auf ein erweitertes Problemfeld. Zunächst ist im Auge zu behalten, dass in allen Fällen, wo von innerer Sekretion bei Problemen der allgemeinen Biologie in der letzten Zeit die Rede ist, es sich um solche handelt, in denen ein Sekret direkt nicht nachgewiesen ist.

Es wurden eine Anzahl verschiedenartigster Beispiele vorgebracht, welche die Metamorphose, Neotaenie, Transplantation, sekundäre Geschlechtsmerkmale, physiologische Isolierung, Vererbung erworbener Eigenschaften, Hypertrophie, Atrophie, Involution, Regeneration und embryonale Entwicklung betreffen. Einzelne dieser Anwendungen, namentlich soweit sie die Geschlechtsdrüsen und (etwa bei der Neotaenie) die endocrinen Blutdrüsen angehen, schliessen eng an das an, was bereits jetzt einen Bestandteil der Lehre von der inneren Sekretion bildet und wofür demnach das im Vorangehenden Besprochene ebenfalls ohne weiteres Geltung besitzt. Anderes dagegen weist weit darüber hinaus. Letzteres ist dort der Fall, wo angenommen wird, dass jedes Gewebe bei seiner Tätigkeit spezifische Reizstoffe in die nähere oder weitere Umgebung abgibt. Solche Vorgänge sind natürlich denkbar, aber nicht nur sind sie nicht erwiesen, es kämen vor allem dabei chemische Vermittler in Frage, die, wenn sie überhaupt existieren, zum Teil ganz wesentlich vom Charakter der Hormone, Harmozone etc. abweichen müssten, indem sie nicht mehr nur das Wachstum und die Funktion, sondern vor allem den Differenzierungsprozess, die Einschränkung der prospektiven Potenz mitbestimmen würden. Wenn nun zwar gerade die Vorstellung, dass zwei auseinander hervorgegangene, durch Teilung getrennte Zellen zu einander Beziehung behalten, sehr wohl mit dem aufeinanderhinweisenden Prinzip vereinbar ist, das dem Wesen der Hormone eigen zu sein scheint, so wird es einstweilen in diesen Fällen doch ratsam sein, nicht durch Anwendung von Begriffen wie innere Sekretion oder Hormonwirkung den Anschein zu erwecken, als ob wir mehr von der Natur solcher vermuteter chemischer Vorgänge wüssten, als tatsächlich der Fall ist. Dagegen scheint die Vorstellung erlaubt, dass allgemein das Zusammenspiel der chemischen Korrelationen; ähnlich wie dasjenige der nervösen, mit zunehmender Entfaltung der Organisation in der Organismenreihe sich mannigfaltiger gestaltet und kompliziert hat, sowohl durch Auftreten verschiedener Kategorien von chemischen Antreibern als vor allem auch durch die Art ihres Zusammenarbeitens in Form von über- und untergeordneten, nah und weitreichenden, sowie von antagonistisch wirkenden Systemen. (Autoreferat.)

Die Versammlung spendet dem Vortragenden lebhaften Beifall. In der Diskussion spricht Prof. Naegeli über die Wichtigkeit der im Vortrag erörterten Fragen für die Mediziner. Nach seiner Meinung sei die Bleichsucht verursacht durch eine innersekretorische Störung; dieser Fall reiht sich an analoge, die der Vortragende erwähnte. Prof. Zietzschmann spricht über Untersuchungen betreffend die sekundären Geschlechtsmerkmale und gewisse Erscheinungen bei Zwillingen des Rindes. Weiter beteiligen sich an der Diskussion die Herren Dr. Schinz, Dr. Naef, Dr. Bretscher.

Der Vorsitzende verdankt den Vortrag herzlich.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Protokoll der Sitzung vom 24. Februar 1919

abends 7½ Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Dr. E. Rübel. Anwesend 130 Personen.

Traktanden:

1. Der Vorsitzende teilt mit, dass unser Ehrenmitglied Prof. Dr. Albert Heim zum korrespondierenden Mitglied der Wiener Akademie ernannt worden ist und spricht die Glückwünsche der Gesellschaft zu dieser Ehrung aus.
2. Am 17. Februar hat sich die Geologische Gesellschaft in Zürich konstituiert. Anmeldungen werden entgegengenommen von deren Präsidenten Dr. Arnold Heim.
3. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
4. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

   Herr Rudolf Frey, Maschinentechniker, Hirschengraben 78, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Dr. B. Peyer.

   Frau Prof. Anna Brandenberger, Sonneggstr. 50, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Dr. E. Rübel.

   Herr Prof. Dr. Eugen Matthias, Plattenstr. 44, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. E. Rübel.

   Herr Rinaldo Broggini, stud. rer. nat., Schönleinstr. 7, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Walter à Wengen.

   Herr Dr. med. Ernst Anderes, Privatdoc. f. Gynäkologie, Utoquai 37, Zürich 8, empfohlen durch Herrn Dr. E. Rübel.

   Fräulein Sophie Renner, stud. rer. nat., Carmenstr. 23, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Schröter.

5. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Otto Naegeli:

Klinische Blutuntersuchungen in biologisch-naturwissenschaftlicher Betrachtung.

Das Blut ist kein Gewebe, weil der Regeneration unfähig; es ist ein Organprodukt und hat daher Beziehungen zu der Tätigkeit aller Organe.

Die Probleme der klinischen Haematologie sind z. Teil morphologische, z. Teil physikalisch-chemische, aber in allen Fragen tritt immer mehr die Bedeutung der Kurvenuntersuchung hervor, weil der Verlauf uns die Funktion und das biologische Geschehen widerspiegelt und uns den tiefsten Einblick gestattet.

Die Blutmorphologie wird an Hand von Abbildungen dargestellt und die normale stets mit der embryologischen und der pathologischen Blutbildung verglichen. Dabei wird auf die Bedeutung einzelner Befunde für die Diagnose hingewiesen.

Die Verschiedenheit der Blutzellen wird durchgeführt nach morphologischen, chemischen und biologischen Gesichtspunkten und die Pathologie der Anaemien und Leukaemien auf gestörte Funktion zurückgeführt. Besonders wird hingewiesen auf die biologisch interessante Erscheinung, dass unter krankhaften Einflüssen morphologische und funktionelle Atavismen wieder auftreten (Megaloblasten, Myelocyten, Erythropoese wieder im ganzen Mesenchym, ebenso myeloische Metaplasie).

Es wird die Ableitung der Blutzellen (Stammbaum) aus Mesenchymzellen besprochen und es werden die Überschussbildungen (Leukaemien) als Regulationsstörungen erklärt, bei denen ein Versagen hormonaler Regulation vorliegen dürfte, weil eine nervöse Regulation ausgeschlossen erscheint.

Eine eingehende klinische Blutuntersuchung ermittelt die Werte für Haemoglobin, rote und weisse Blutzellen, Färbewert, Viskositaet des Blutes, des Plasmas und des Serums, Refraktion von Plasma und Serum und damit die Werte für Albumin und Globulin und den additiven Wert für Wasser, ferner Serumfarbe, osmotische Resistenz, Gerinnung, Blutkörperchenvolumen und Volumen des einzelnen roten Blutkörperchens, endlich die Werte der einzelnen Leukocytenarten.

Die Bedeutung dieser Feststellungen für Diagnose und Therapie wird an Beispielen erörtert.

Schliesslich werden naturwissenschaftliche Probleme besprochen, wie das Problem, ob die einzelnen Leukocytenformen konstante „Arten“ oder temporäre Funktionszustände sind. Dann wird die Variabilität der Zellen erörtert als normale Schwankung und als Einfluss von Toxinen oder schrankenlosen Hyperplasien.

Die Haemophilie wird auf Mutation zurückgeführt, ebenso der hereditäre familiäre haemolytische Icterus (anderes Gen für den Bau der roten Blutkörperchen) und die Chlorose (andere Anlage der Keimdrüse). — Schliesslich wird auf die Funktionsdiagnostik und das Vorkommen biologischer Reaktionen hingewiesen und auf die Fülle der Befunde für die Feststellung einer Diagnose z. B. der Chlorose, statt einer vagen Vermutung ohne wissenschafliche Grundlage.

(Autoreferat.)

Der Vorsitzende verdankt den Vortrag herzlich; an der Entdeckung des Grossteils der Tatsachen, die er bespricht, hat der Vortragende regen

Anteil genommen. Prof. Hess erwähnt die Veränderung des Blutbildes bei Änderung der Höhenlage, in der das Individium lebt, spricht von der bisher versuchten Erklärung dieser Tatsache und wünscht die Ansicht des Vortragenden darüber zu erfahren. Prof. Zietzschmann erwähnt Beobachtungen am Pferd, die zeigen sollen, dass Ehrlichs Dualismus, der für den Menschen jetzt unbestritten ist, bei Tieren nicht zu gelten braucht. Prof. Naegeli antwortet hierauf, dass bei Änderung der Höhenlage die Vermehrung der Zahl der Blutkörperchen nicht so bedeutend sei, wie früher behauptet worden, und dass seiner Ansicht nach eine bleibende Vermehrung nur soweit eintritt, als sie der Körper braucht. Dann geht er noch auf die von Prof. Zietzschmann herangezogenen Untersuchungen ein.

6. Der Vorsitzende verliest ein Schreiben des Herrn Ing. A. Jegher, worin dieser Stellung nimmt gegen den von Herrn Prof. Dr. H. Fierz in seinem Vortrage vom 28. Januar in unserer Gesellschaft gebrauchten Ausdruck „tendenziöse Fälschungen“. Herr A. Jegher hat darauf in seiner „Schweiz. Bauzeitung“ geantwortet unter dem Titel „Zur Steuer der Wahrheit“. Indem Herr Jegher auf diese Äusserung hinweist, hat er Abzüge seiner Rechtfertigung der Gesellschaft zugestellt und der Vorsitzende lässt davon an die Mitglieder, die sich dafür interessieren, verteilen. Eine Erwiderung, die Herr Prof. Dr. Fierz der Bauzeitung einreichte, aber von dieser nicht aufgenommen wurde, ist auf dessen Wunsch weiter unten abgedruckt. Damit wird die Angelegenheit für unsere Gesellschaft als erledigt angesehen.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Bericht über die Besichtigung des städtischen Gaswerkes in Schlieren

Samstag den 22. Februar 1919.

An der Besichtigung nahmen teil 155 Personen in vier Gruppen, unter Führung der Herren: Direktor F. Escher, Ingenieur Ulrich, Ingenieur Ringli und dem Referenten.

A. Gaswerk.

Die in Eisenbahnwaggons ankommende Kohle wird teils von Hand, teils mit dem Wagenkipper ausgeladen und gelangt auf gut eingerichteten Transportanlagen (Elevatoren, Bandförderer etc.) in die Magazine oder direkt auf die Öfen. Die Entgasung vollzieht sich in Retorten, die in zwei Ofenhäusern untergebracht sind. Die eine Anlage umfasst zwei Batterien Coze-Öfen zu je 8 Öfen mit je 9 schrägliegenden Retorten und zwei Batterien von je 6 Öfen mit je 18 vertikalen Retorten. Die andere Anlage besteht aus zwei Batterien zu je 5 Öfen mit je 10 vertikalen Retorten. Bei Temperaturen, die sich im untersten Teile der Retorten um 1300° herum bewegen, ist die Entgasung in 12—14 Stunden vollendet.

Der Rückstand, der Koks, wird sogleich abgekühlt, maschinell sortiert und kommt als erstes Nebenprodukt zum Verlad. Eine Exhaustoranlage saugt das Hauptprodukt, das Gas, von den Öfen durch die Kühlung ab und presst es den Reinigungsapparaten zu. Hier wird es nacheinander von Teer, Naphtalin, Cyan, Ammoniak und zuletzt in der Trockenreinigung von Schwefelwasserstoff befreit, wonach es durch die Stationsgasmesser den Gasbehältern zuströmt. Diese vermögen insgesamt 100000 m³ zu fassen. Den Behältern folgen die Druckregler und dann die Versorgungsleitungen nach der Stadt.

Das Gaswerk kann in seinem heutigen Ausbau einem maximalen Tagesbedarf von 150000 m³ Steinkohlengas genügen, was einem Kohlenverbrauch von etwa 450 t entspricht. Durch die infolge des Krieges bedingten Einschränkungen ist der Verbrauch auf etwa 80000 m³ Mischgas zurückgegangen.

Zur Streckung der Kohlenvorräte werden jetzt dem Steinkohlengas Holz- und Torfgas zugesetzt. Da diese Gase aber von geringerer Qualität sind, wird ihnen zur Verbesserung Acetylen beigemischt. Vier Entwickler mit einem Tagesverbrauch von 20—25 t Carbid dienen seiner Herstellung.

Neben der eigentlichen Gasfabrikation ist die Verwertung der Nebenprodukte ein wichtiger Teil eines Gaswerkes. Ausser dem bereits erwähnten Koks kommen hauptsächlich Teer und Gaswasser in Betracht.

Der Teer wird nach dem Verfahren von Kubierschky mittelst überhitztem Wasserdampf destilliert, die Öldämpfe werden dann zu Anthrazen-, Schwer-, Mittel- und Leichtöl fraktioniert kondensiert. Den Rückstand bildet Pech von verschiedenem Erweichungspunkt. Das Gaswasser wird teils zu konzentriertem Ammoniakwasser, teils zu schwefelsaurem Ammoniak verarbeitet.

Der fühlbare Mangel an Benzol und Toluol legte den Gedanken nahe, diese Bestandteile aus dem daran ziemlich reichen Steinkohlengas teilweise zurückzugewinnen. Die dafür erstellte Entbenzolierungsanlage erreicht das durch einen entsprechenden Waschprozess.

Als weitere Nebenproduktenanlage ist die Brikettierungseinrichtung zu nennen. Koksgries wird mit Pech vermischt, dann zu Briketts gepresst und so in reicheres Heizmaterial übergeführt. Eine Schlakenwäscherei, die es ermöglichen soll, unvollständig verbrannten Koks aus den Schlaken auszuscheiden, ist projektiert.

Als eigentliche Kriegsmassnahmen können die Abwärmeverwertungsanlagen gelten. Während früher die Verbrennungsgase der Öfen mit Temperaturen von 400—500° ungenützt dem Hochkamin zuströmten, werden sie heute teilweise zuerst noch durch einen Garbe-Dampfkessel geleitet und auf diese Weise wirksam zur Entlastung der normalen Kesselanlage ausgenützt. Ein weiterer Abwärmekessel ist im Bau; er wird ausserdem mit einer Zusatzfeuerung versehen, die den Weiterbetrieb auch dann gestattet, wenn die betreffende Ofenbatterie abgestellt ist. Diese Einrichtung kann überdies auf die Torftrocknungsanlage umgestellt werden. Endlich sollen in nächster Zeit Versuche mit Heranziehung der im glühenden Koks steckenden Wärme zur Dampfproduktion gemacht werden und sogar der Wärmegehalt des Kühlwassers soll der Nutzbarmachung nicht entgehen.

Alle im Werk selbst nicht verwendbaren Wärmemengen werden fremden Nutzstellen zugeführt, so der Grossdörranlage und später vielleicht einmal einer städtischen Badanstalt.

Dass auch den sozialen Bedürfnissen Rechnung getragen wird, zeigen die vorzüglich eingerichteten Wohlfahrtseinrichtungen des Werkes.

Diesem sind ferner ein Laboratorium und eine Versuchsgasanstalt angegliedert, die sich mit der Kontrolle der ein- und ausgehenden Produkte sowie mit wissenschaftlichen Arbeiten befassen.

B. Dörranlage.

Das eingehende Dörrgut wird zunächst einer Aufbereitungsanlage zugeführt und dort gewaschen und zerkleinert. Der Dörrprozess vollzieht sich in 36 Zellen, die in zwei Reihen angeordnet sind. Die Zellen werden durch indirekten Dampf erhitzt und können zudem noch mit an besonderen Dampfheizkörpern vorgewärmter Luft bestrichen werden. Das Dörrgut wird auf Hürden ausgebreitet, diese auf eiserne Etagenwagen gelegt und darauf in die Zellen eingeschoben.

Die Leistungsfähigkeit der Anlage beträgt 15—17 t Grüngut in 24 Stunden.

(Referat Dr. E. Ott.)

Protokoll der Sitzung vom 10. März 1919

abends $7^1/_2$ Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Dr. E. Rübel. Anwesend 79 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.

2. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

Herr Alfred Gyger, Kaufmann, Rigistrasse 61, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Dr. Ernst B. H. Waser.

Herr August Witzig, Stadtammann, Seewartstrasse 21, Zürich 2, empfohlen durch Herrn Dr. H. Hirschi.

Herr Dr. Hans Steiner, Seminarlehrer, Kinkelstrasse 56, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. C. Schröter.

Herr Dr. Charles Gränacher, Ass. a. chem. Institut, Küsnacht (Zch.), empfohlen durch Herrn Dr. H. Frey.

Fräulein Gertrud Müller, Hirschengraben 48, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Dr. M. Baumann-Naef.

Herr Karl Ott, Reallehrer, Hochstrasse 109, Schaffhausen, empfohlen durch Herrn Dr. B. Peyer.

3. Vortrag des Herrn Dr. Jean Stähli:

Physikalische und physiko-chemische Probleme aus dem Gebiete der Augenheilkunde.

Einleitende Bemerkungen über die Arbeitsmethoden in der Medizin und in der Augenheilkunde im besonderen zu verschiedenen Zeiten, über die Bedeutung der physikalischen und physiko-chemischen Forschungsmethoden und über die Schwierigkeit der Auswertung exakt-wissenschaftlicher Methoden in der Biologie.

In der Augenheilkunde gibt es sehr viele und sehr komplexe physikalische und physiko-chemische Probleme, was an einigen fundamentalen Beispielen gezeigt wird.

1. Das Glaukomproblem. Die moderne Fassung des Glaukombegriffs (Erhöhung der intraokularen Spannung) und die klinische Erscheinung des Glaukoms. Möglichkeiten, die eine intraokulare Drucksteigerung physikalisch erlären (Veränderungen des Augapfelinhaltes, der Augenhülle oder beider) Glaukomtheorien: Die Fishersche Kolloidtheorie (Gesetzmässigkeiten im Wasserbindungsvermögen einfacher und komplizierter, strukturierter Kolloide

des tierischen und menschlichen Körpers. Nach Fisher wäre das Glaukom eine Kolloidfunktion und wäre verursacht durch abnorme Quellung des Glaskörperkolloids. Kritik der Fisherschen Theorie.) Die alten Glaukomtheorien: Hypersekretion und Retention; die Retentionstheorie von Weber und Knies (Verschluss des Kammerwinkels; Beweise, die für die Richtigkeit dieser Theorie sprechen: Anatomische Befunde, Tierexperiment, Erfolge der Graefeschen Iridektomie). Das Schiötzsche Tonometer und seine Bedeutung für die Erforschung der extraocularen Glaukomursachen, die wohl in der Glaukomgenese als auslösendes Moment usw. wichtig sind: Tension des normalen Auges 12—25 mm Hg., des glaukomatösen 60—90 und mehr mm Hg. Tageskurve des Augendruckes, die sich umgekehrt wie die Temperaturkurve verhält; Erklärungsversuche: Wechselnde Blutfüllung verschiedener Körperregionen (Starke Durchblutung des Darmes in der Verdauungsperiode); Hertels Experimente über die Abhängigkeit des Augendrucks von der „Blutbeschaffenheit“ resp. der „osmotischen Konzentration des Blutes“. Beziehungen zwischen Augendruck und allgemeinem Blutdruck (Aderlass, Entbindung, Narkose); akute Blutdrucksteigerung und Überhungerung in der Glaukomgenese; therapeutische Wirkung von Aderlass und Purgation. Der Einfluss des zentralen Nervensystems auf die Blutgefässe: Sowohl körperliche als auch physische Vorgänge können Einfluss gewinnen auf die Lumenweite der Gefässe und damit indirekt auf den Augendruck; Bedeutung für die Glaukomgenese (Schreck, Kummer etc., in der Anamnese der Glaukomkranken; multipe Glaukomanfälle bei einem Patienten z. B. regelmässig bei Emotion im Theater, bei einem andern immer nach dem Haarschneiden etc.) und für die Erforschung der extraokularen Glaukomursachen (in hemmendem Sinne; die Gefässweite kann z. B. die Blutdruckwirkung paralysieren).

Sekundäre Glaukomprobleme. Beispiel: Vergrösserung des Augapfels wenn das Auge eines Kindes von Glaukom befallen wird (Hydrophthalmus oder Buphthalmus der alten Ärzte). Die Vergrösserung des Hydrophthalmus kommt zustande durch Dehnung und aktives Wachstum der Zellverbände. Beweise für die stattgehabte Dehnung: Verdünnung der Augapfelhülle und Zerreissungserscheinungen an den Partialmembranen der Hornhaut (Die Haabsche Bändertrübung, ihr anatomisches Substrat in der hintern Glasmembran der Hornhaut, ihre physikalischen Probleme und ihre sekundären biologischen Veränderungen). Demonstration von Präparaten.

2. Das Keratoconusproblem. Klinisches über die konische Verbiegung der Hornhaut. Physikalische Erklärungsmöglichkeiten des Keratoconus: Missverhältnis zwischen intraokularem Druck und Wandfestigkeit; primär ist offenbar gestört die Wandfestigkeit. Siegrists Hypothese (innersekretorische Störung) und die Hypothese des Referenten, die den Keratoconus vom Standpunkte der Variabilitätslehre erklären will.

Sekundäre physikalische Probleme des Keratoconus: Der Fleischersche braune Ring, die vertikale Parallelstrichelung (Zerreissungserscheinungen) der Konuskuppe.

3. Lagerung der „Praecipitate“ oder „Beschläge“ bei der Regenbogenhautentzündung. Es handelt sich um Konglomerate weisser Blutkörperchen, die aus der Regenbogenhaut auswandern und sich auf der Hornhautrückfläche estsetzen; entweder gleichmässige Verteilung der Beschläge über die ganze

Hornhaut oder (häufiger) Beschlagensein nur des unteren Quadranten der Hornhaut. Wirkung von Zentrifugalkraft, Schwerkraft und Wärmeströmung in der Vorderkammer des Auges auf corpusculäre Elemente des Kammerwassers (Ehrlichsche Linie; Türks Experimente). (Autoreferat.)

Der Vorsitzende verdankt den Vortrag herzlich. In der Diskussion weist Dr. Klinger darauf hin, dass für Glaukom wohl nicht nur eine einzige Ursache bestehe, sondern mehrere, die zu dem bekannten Symptomenkomplex führen. Es wäre daher möglich, dass die Fishersche Theorie, die auch von den Biochemikern zum Teil abgelehnt wurde, nicht in allen Fällen zu verwerfen wäre. Der Vortragende antwortet auf Fragen von Dr. Klinger; er erwähnt, dass die Fishersche Theorie in einzelnen Fällen wohl zutreffen könne, in den meisten dagegen nicht, und geht näher auf die Gegengründe ein.

Der Vorsitzende teilt noch mit, dass die Vorträge, die im Laufe des Winters der Grippe wegen ausfallen mussten, im Mai nachgeholt werden sollen.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Protokoll der Sitzung vom 5. Mai 1919

abends $7^1/_2$ Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Dr. E. Rübel. Anwesend 189 Personen.

Traktanden:

1. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren:
   am 26. 3. 1919. Herrn Dr. E. A. Grete.
   am 1. 4. 1919. „ Privatdoz. Désiré Korda, Ing.
   am 5. 4. 1919. „ Privatdoz. Dr. Albert Denzler, Ing.
   Die Anwesenden erheben sich zu ihren Ehren.
2. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
   Herr Eugen Koller, Mühlenbesitzer, Küsnacht, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.
   Herr Karl Gaudenz Jegher, Ing., Kilchberg b. Zürich, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Bosshard.
   Herr Heinrich Dübendorfer, Stadtkassierer, Hottingerstrasse 25, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.
   Herr Dr. jur. Willy Schulthess, Vice-Direktor, Dufourstr. 14, Zollikon, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.
   Herr Viktor C. Rahn, Banquier, Lavaterstrasse 50, Zürich 2, empfohlen durch Herrn W. C. Escher.
   Herr Albert Ulrich Däniker, stud. phil., Dillileeweg 5, Küsnacht, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.
   Herr Paul Seelig, Chemiker, Mythenquai 4, Zürich 2, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Rikli.
   Frau Dr. Marie Bindschedler-Laufer, Freiestrasse 120, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.
   Herr Dr. med. Werner Biber, Arzt, Kanzleistrasse 2, Zürich 4, empfohlen durch Herrn Dr. Aebly.

Herr Dr. G. Jegen, Schweiz. Versuchsanstalt Wädenswil, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Schinz.

4. Auf den 11. April hat die Gesellschaft zu einer Feier des 70. Geburtstages ihres Ehrenmitgliedes Prof. Dr. Albert Heim eingeladen. Eine grosse Zahl von Behörden, Körperschaften und Freunden fanden sich ein, um dem Jubilar zu gratulieren und ihre Verehrung zu bezeugen. Das Heft 1/2 des Jahrgangs 64 der Vierteljahrsschrift, das ein Komitee von Schülern Heims als Festschrift ausstattete, wurde überreicht. Eine grosse Zahl feierlicher und unterhaltender Reden und Darbietungen folgten einander.

Mit Bezug auf dieses Fest hat der Jubilar nachfolgenden Brief uns zugesandt:

An die Naturforschende Gesellschaft in Zürich.

In meinem Dankeswort am Festabend des 11. April habe ich versucht, in allgemeinen Worten einigermassen Alle zu erreichen, die an der Feier meines Geburtstages sich beteiligt und dafür gearbeitet haben. Es ist aber unmöglich, dass mir dies gelungen sei. Zudem bin ich erst jetzt mehr und mehr imstande, zu überschauen, welche gewaltige Masse von Organisationsarbeit, Arbeit für Beschaffung von Hülfsmitteln geistiger, technischer und finanzieller Art geleistet worden ist von seiten des Vorstandes, seiner Mitglieder, seiner Einzelbeauftragten, von seiten seiner verschiedenen Kommissionen, von der Festschriftkommission, dem Redaktor der Vierteljahrschrift, den Vielen, die wissenschaftliche Beiträge und graphische Beilagen geschaffen haben. Die Naturforschende Gesellschaft hat zwei Hefte ihrer Vierteljahrschrift dem monumentalen inhaltsschweren und inhaltsschönen Festband gewidmet, und vieles mehr!

Es übersteigt meine Vorstellung und es will mein Gemüt bedrücken, dass man — und das noch in so schweren Zeiten — sich so viel Mühe auferlegt hat! Ich bin in der grössten Verlegenheit, darauf die richtige Antwort zu finden. Einzig das beglückende Bewusstsein kann mir darüber hinaushelfen, dass all' das mit Herzensfreude geleistet worden ist. So weiss auch ich nichts besseres zu tun, als Sie dessen zu versichern, dass die ergreifende Feier, die Sie mir gewidmet haben, den Rest meines Lebens durchwärmen wird, und dass ich bis an mein Ende in herzlicher Anhänglichkeit und Treue bleiben werde

Ihr aufrichtig dankbar ergebenes Mitglied

Zürich 7, 5. Mai 1919. Alb. Heim.

5. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Hans W. Maier:

Kinematographische Studien der Mimik Geisteskranker.

Auch in der Psychiatrie geht das Bestreben dahin, immer mehr exakte naturwissenschaftliche Grundlagen für die Erscheinungsformen der seelischen Abweichungen zu finden. Die grossen Fortschritte der Hirnanatomie, der Untersuchung von Blut- und Rückenmarksflüssigkeit des Lebenden und die genaue Beobachtung am Krankenbett haben besonders in den letzten fünfzig Jahren bedeutende Fortschritte in dieser Richtung ergeben. Diese Forschungen werden ergänzt durch die Ergebnisse der noch relativ jungen experimentellen Psychopathologie, die wiederum für die Entwicklung der Forschung des normalen Seelenlebens von besonderer Bedeutung ist. Während das Studium der intellektuellen Vorgänge in manchen Richtungen einfacher durchzuführen und deshalb weiter fortgeschritten ist, muss unser Bemühen dahin gehen, Ähnliches für die Erscheinungen des Gemütslebens (Affektivität) zu erreichen. Hier sind die Aufdeckung der Zusammenhänge zwischen Affektleben und Puls, Blutdruck, Atmung etc. zu erwähnen; ferner die experimentellen Assoziationsstudien der Zürcherklinik (Bleuler, Jung etc.), die Messung der Schwankungen eines durch den Körper geleiteten schwachen galvanischen Stromes durch die Affekte (Psychogalvanisches Phänomen von Veraguth) etc.

Vortragender hat versucht, kinematographisch die Pantomimik und Mimik Geisteskranker aufzunehmen; durch die Festhaltung dieser Erscheinungen sollen sie einesteils dem Studium der Verschiedenheiten in Art des Ablaufs und Schnelligkeit bei den einzelnen Krankheiten und daneben der leichteren Demonstration im akademischen Unterricht zugänglich gemacht werden. Eine Versuchsreihe stammt aus dem Herbst 1917, eine vollkommenere mit grosser und ziemlich scharfer Wiedergabe von Kopfbildern aus dem August 1918. Die normale Geschwindigkeit betrug 16 Aufnahmen in der Sekunde, wurde aber in der zweiten Versuchsreihe bei einzelnen Kranken bis auf 25 gesteigert. Bei der ersten Anordnung wird in 3 Sekunden ca. 1 Meter Film verbraucht. Während der Aufnahme wurden dem Kranken bestimmte Fragen vorgelegt und die Antworten darauf protokolliert. Die Serie von 1917 umfasst acht Kranke, an denen die für die betreffenden Psychosen charakteristischen Ausdrucksbewegungen, soweit sie im Bilde sichtbar sind, demonstriert werden. In der zweiten Versuchsreihe wurden acht Patienten alle gleichmässig auf neun verschiedene Arten zu einer psychischen Reaktion veranlasst:

1. Frage: Seit wann sind Sie im Burghölzli?
2. „ Warum sind Sie hier?
3. „ Gefällt es Ihnen hier?
4. „ Haben Sie Heimweh nach Hause?
5. „ Geschmacksreizung durch Essen einer Aprikose.
6. „ Geruchsreizung durch Vorhalten von Nelkenöl.
7. „ Vorhalten von Amoniak.
8. „ Stechen mit einer Nadel.
9. „ Akustischer Reiz durch Werfen von Knallerbsen.

Die Unterschiede bei den erwähnten Patienten, die an sieben verschiedenen psychischen Störungen leiden, werden vom Vortragenden an den projizierten Films erklärt. In dem Bilde eines verbrecherischen Psychopathen wird das bewusst Gespielte hierbei bedeutend besser dem Beobachter klar als am Lebenden, weil man von der Suggestion, die von dem zu Untersuchenden selbst ausgeht, frei ist und auch nicht durch Nebenerscheinungen abgelenkt wird.

Die vorgeführten Films stellen Versuchsreihen dar, nach deren verhältnismässig günstigen Ergebnissen in dem Masse weitere Aufnahmen geplant sind, wie die allerdings recht hohen, hiefür nötigen Auslagen gedeckt werden können. Es ist geplant, sie mit einem erst kürzlich angekündigten Hochfrequenz-Aufnahmeapparat anzustellen, der bis zu 300 Einzelbildern in der Sekunde liefert. Es dürften aber für unsere Zwecke 100 Bilder in der Sekunde genügen, wobei durch Mitaufnahme einer Hundertstelsekundenuhr eine genaue Bestimmung des zeitlichen Ablaufs der Veränderung möglich sein sollte. (Autoreferat).

Die zahlreiche Versammlung spendete den interessanten Vorführungen lebhaften Beifall.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Bericht des Quästors
über die
Rechnung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich
für das Jahr 1918.

A. Betriebsrechnung.

Einnahmen:

Mitgliederbeiträge	Fr. 8,029. —
Neujahrsblätter	„ 350. 25
Vierteljahrsschriften	„ 1,256. 20
Geschenke	„ 82. 50
Beiträge von Behörden und Gesellschaften	„ 4,500. —
Zinsen	„ 4,463. 25
	Fr. 18,681. 20

Ausgaben:

Neujahrsblatt		Fr. 1,911. 25
Vierteljahrsschrift	Fr. 13,778. 88	
abzüglich Beiträge	„ 1,813. 70	„ 11,965. 18
Miete		„ 320. —
Personalausgaben		„ 885. —
Verwaltung		„ 1,749. 29
Diverse		„ 3,982. 45
		Fr. 20,813. 17

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr. 18,681. 20
Total der Ausgaben	„ 20,813. 17
Rückschlag der Betriebsrechnung	Fr. 2,131. 97

B. Kapitalrechnung.

Einnahmen.

Saldo letzter Rechnung	Fr. 14,185. 15
Zinsen	„ 903. 50
Übertrag von Stammgutrechnung	„ 3,559. 75
Schenkungen und Legate	„ 1,000. —
Anlagekapital	„ 3,000. —
	Fr. 22,648. 90

Ausgaben.

Übertrag auf Betriebsrechnung (Zinsen)	Fr. 4,463. 25
Saldo der Betriebsrechnung	„ 2,131. 97
Übertrag auf Pensionsfonds	„ 1,039. 50
Übertrag auf Illustrationsfonds	„ 2,000. —
	Fr. 9,634. 72

deshalb weiter fortgeschritten ist, muss unser Bemühen dahin gehen, Ähnliches für die Erscheinungen des Gemütslebens (Affektivität) zu erreichen. Hier sind die Aufdeckung der Zusammenhänge zwischen Affektleben und Puls, Blutdruck, Atmung etc. zu erwähnen; ferner die experimentellen Assoziationsstudien der Zürcherklinik (Bleuler, Jung etc.), die Messung der Schwankungen eines durch den Körper geleiteten schwachen galvanischen Stromes durch die Affekte (Psychogalvanisches Phänomen von Veraguth) etc.

Vortragender hat versucht, kinematographisch die Pantomimik und Mimik Geisteskranker aufzunehmen; durch die Festhaltung dieser Erscheinungen sollen sie einesteils dem Studium der Verschiedenheiten in Art des Ablaufs und Schnelligkeit bei den einzelnen Krankheiten und daneben der leichteren Demonstration im akademischen Unterricht zugänglich gemacht werden. Eine Versuchsreihe stammt aus dem Herbst 1917, eine vollkommenere mit grosser und ziemlich scharfer Wiedergabe von Kopfbildern aus dem August 1918. Die normale Geschwindigkeit betrug 16 Aufnahmen in der Sekunde, wurde aber in der zweiten Versuchsreihe bei einzelnen Kranken bis auf 25 gesteigert. Bei der ersten Anordnung wird in 3 Sekunden ca. 1 Meter Film verbraucht. Während der Aufnahme wurden dem Kranken bestimmte Fragen vorgelegt und die Antworten darauf protokolliert. Die Serie von 1917 umfasst acht Kranke, an denen die für die betreffenden Psychosen charakteristischen Ausdrucksbewegungen, soweit sie im Bilde sichtbar sind, demonstriert werden. In der zweiten Versuchsreihe wurden acht Patienten alle gleichmässig auf neun verschiedene Arten zu einer psychischen Reaktion veranlasst:

1. Frage: Seit wann sind Sie im Burghölzli?
2. „ Warum sind Sie hier?
3. „ Gefällt es Ihnen hier?
4. „ Haben Sie Heimweh nach Hause?
5. „ Geschmacksreizung durch Essen einer Aprikose.
6. „ Geruchsreizung durch Vorhalten von Nelkenöl.
7. „ Vorhalten von Amoniak.
8. „ Stechen mit einer Nadel.
9. „ Akustischer Reiz durch Werfen von Knallerbsen.

Die Unterschiede bei den erwähnten Patienten, die an sieben verschiedenen psychischen Störungen leiden, werden vom Vortragenden an den projizierten Films erklärt. In dem Bilde eines verbrecherischen Psychopathen wird das bewusst Gespielte hierbei bedeutend besser dem Beobachter klar als am Lebenden, weil man von der Suggestion, die von dem zu Untersuchenden selbst ausgeht, frei ist und auch nicht durch Nebenerscheinungen abgelenkt wird.

Die vorgeführten Films stellen Versuchsreihen dar, nach deren verhältnismässig günstigen Ergebnissen in dem Masse weitere Aufnahmen geplant sind, wie die allerdings recht hohen, hiefür nötigen Auslagen gedeckt werden können. Es ist geplant, sie mit einem erst kürzlich angekündigten Hochfrequenz-Aufnahmeapparat anzustellen, der bis zu 300 Einzelbildern in der Sekunde liefert. Es dürften aber für unsere Zwecke 100 Bilder in der Sekunde genügen, wobei durch Mitaufnahme einer Hundertstelsekundenuhr eine genaue Bestimmung des zeitlichen Ablaufs der Veränderung möglich sein sollte. (Autoreferat).

Die zahlreiche Versammlung spendete den interessanten Vorführungen lebhaften Beifall.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Bericht des Quästors
über die
Rechnung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich
für das Jahr 1918.

A. Betriebsrechnung.

Einnahmen:

Mitgliederbeiträge	Fr. 8,029. —
Neujahrsblätter	„ 350. 25
Vierteljahrsschriften	„ 1,256. 20
Geschenke	„ 82. 50
Beiträge von Behörden und Gesellschaften	„ 4,500. —
Zinsen	„ 4,463. 25
	Fr. 18,681. 20

Ausgaben:

Neujahrsblatt		Fr. 1,911. 25
Vierteljahrsschrift	Fr. 13,778. 88	
abzüglich Beiträge	„ 1,813. 70	„ 11,965. 18
Miete		„ 320. —
Personalausgaben		„ 885. —
Verwaltung		„ 1,749. 29
Diverse		„ 3,982. 45
		Fr. 20,813. 17

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr. 18,681. 20
Total der Ausgaben	„ 20,813. 17
Rückschlag der Betriebsrechnung	Fr. 2,131. 97

B. Kapitalrechnung.

Einnahmen.

Saldo letzter Rechnung	Fr. 14,185. 15
Zinsen	„ 903. 50
Übertrag von Stammgutrechnung	„ 3,559. 75
Schenkungen und Legate	„ 1,000. —
Anlagekapital	„ 3,000. —
	Fr. 22,648. 90

Ausgaben.

Übertrag auf Betriebsrechnung (Zinsen)	Fr. 4,463. 25
Saldo der Betriebsrechnung	„ 2,131. 97
Übertrag auf Pensionsfonds	„ 1,039. 50
Übertrag auf Illustrationsfonds	„ 2,000. —
	Fr. 9,634. 72

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr. 22,648. 40
Total der Ausgaben	„ 9,634. 72
Saldo der Kapitalrechnung	Fr. 13,013. 68

Saldo der Kapitalrechnung am 31. Dez. 1917	Fr. 14,185. 15
Saldo der Kapitalrechnung am 31. Dez. 1918	„ 13,013. 68
Rückschlag der Kapitalrechnung	Fr. 1,171. 47

C. Pensionsfonds.

Einnahmen.

Übertrag von Kapitalrechnung . . .	Fr. 1,039. 50
Unsere Einzahlung	„ 500. —
Zinsen	„ 51. 60
Saldo des Pensionsfonds	Fr. 1,591. 10

D. Illustrationsfonds.

Übertrag von Kapitalrechnung . . .	Fr. 2,000.—

E. Stammgutrechnung.

Einnahmen.

Saldo letzter Rechnung	Fr. 70,000. —
Zinsen	„ 3,559. 75
	Fr. 73,559. 75

Ausgaben.

Übertrag auf Kapitalrechnung . . .	Fr. 3,559. 75

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr. 73,559. 75
Total der Ausgaben	„ 3,559. 75
Saldo der Stammgutrechnung	Fr. 70,000. —

Vermögen der Gesellschaft.

1. Anlagen und Barschaft.

Saldo der Stammgutrechnung (unantastbar) .	Fr. 70,000. —
Saldo der Kapitalrechnung (disponibel) .	„ 13,013. 68
Saldo des Pensionsfonds	„ 1,591. 10
Saldo des Illustrationsfonds	„ 2,000. —
	Fr. 86,604. 78

2. Erratische Blöcke.

a) Erratischer Block, Speerfindling, in Ringwil-Hinwil, erworben um Fr. 29.— laut Kaufbrief vom 5. Juni 1872.

b) Erratischer Block, Sernifit, Rötelstein genannt, beim Hof Rotenfluh in Oberembrach, erworben um Fr. 36.— laut Auszug aus dem Grundprotokoll Embrach, Notariat Kloten, 22. Juni 1869 und Abtretungsvertrag vom 29. Dezember 1883.

c) Erratischer Block, Alpenschiefer, in Wald, Kt. Zürich, erworben um Fr. 20.— laut Kaufbrief Notariat Wald, 10. Oktober 1872.

d) Erratischer Block in der Wolfsgrube Wald, Kt. Zürich, erworben laut Schenkungsurkunde vom 3. Juli 1869, Notariat Wald.

3. Druckschriften.

Verschiedene Druckschriften in ca. 30,700 Exemplaren, nach Verzeichnis des Herrn Druckschriftenverwalters der Gesellschaft, in Verwahrung der Zentralbibliothek und der Buchhandlung Beer & Co.

Die Betriebsrechnung zeigt gegenüber dem Voranschlag, der einen Rückschlag von Fr. 800.— voraussah, einen solchen von Fr. 2,131. 97, somit eine Schlechterstellung um Fr. 1,331. 97. Hieran partizipieren:

mit Mehrausgaben:			
Neujahrsblatt		Fr. 811. 25	
Vierteljahrsschrift		„ 265. 18	
Verwaltung		„ 249. 29	
Diverse Ausgaben		„ 3,482. 45	Fr. 4,808. 17
denen gegenüberstehen mit Mehreinnahmen			
Mitgliederbeiträge	Fr. 129. —		
Neujahrsblätter	„ —. 25		
Vierteljahrsschriften	„ 1,106. 20		
Geschenke	„ 82. 50		
Beiträge von Behörden	„ 1,800. —		
Zinsen	„ 163. 25	Fr. 3,281. 20	
und Minderausgaben:			
Miete	Fr. 180. —		
Personalausgaben	„ 15. —	„ 195. —	„ 3,476. 20
		Wie oben	Fr. 1,331. 97

Es sei auch an dieser Stelle der Stadt Zürich verbindlichster Dank ausgesprochen, dass sie in so bildungsfreundlichem Entgegenkommen den vertraglichen Beitrag an unsere Gesellschaft von Fr. 1200.— um Fr. 1800.— auf Fr. 3000.— erhöht hat.

Aus der Kapitalrechnung wurde der Pensionsfonds ausgeschieden, der sich um die vertragliche Zuwendung von Fr. 500.— plus Fr. 51.60 Zins vermehrt hat. Einem lang gehegten Wunsche des Herrn Redaktors der Vierteljahrsschrift nachkommend, wurde im weitern aus der Kapitalrechnung ein Betrag von Fr. 2000.— einem Illustrationsfonds zugewiesen. In Anbetracht des düstern Prognostikums, das den Kosten der Vierteljahrsschrift leider in Rücksicht auf die unerhört gestiegenen Druckkosten gestellt werden muss, soll dieser Fonds dazu dienen, die Vierteljahrsschrift auch in Zukunft illustrativ nicht versanden zu lassen. Es herrscht dabei allerdings die Meinung, dass der Fonds nur im Notfalle angegriffen werden dürfe und sich im Gegenteil noch vermehren sollte. Er sei deshalb dem Wohlwollen der Mitglieder zur Aeufnung wärmstens empfohlen.

Dank eines auch hier aufs beste verdankten Legates von Fr. 1000.— eines verstorbenen Mitgliedes schliesst die Kapitalrechnung nur mit einem Rückschlag von Fr. 1,171. 47.

Die Stammgutrechnung ist mit Fr. 70,000.— Kapital unverändert.

Der Bestand der Druckschriften hat eine erhebliche Reduktion erfahren indem eine grosse Anzahl Vierteljahrsschriften und Neujahrsblätter zu reduzierten Preisen an Mitglieder, Bibliotheken und übrige Interessenten abgegeben wurden. Eine annähernd genaue Angabe über die Bestände kann nur nach einer neuen Inventuraufnahme gemacht werden.

8. 10. 18.	Traugott Wartenweiler.
30. 10. 18.	Forstmeister Paul Hefti.
18.	A. Wagener
11. 12. 18.	Max F. C. Schoch-Wernecke, Ing.
2. 1. 1919.	Prof. Dr. K. Brandenberger.
21. 1. 19.	Prof. Dr. Georg Ruge.
26. 3. 19.	Dr. E. A. Grete
1. 4. 19.	Désiré Korda, Ing.
5. 4. 19.	Dr. Albert Denzler, Ing.

Den Austritt erklärt haben 9 Mitglieder, 7 wurden gestrichen.

Neu aufgenommen wurden seit dem letzten Bericht 95 Mitglieder.

Am 31. Dezember 1918 zählte die Gesellschaft

13 Ehrenmitglieder,
4 Korrespondierende Mitglieder,
489 Ordentliche Mitglieder,
22 Freie ausländische Mitglieder.

Infolge der Aufnahmen, diejenigen der Hauptversammlung inbegriffen, zählt die Gesellschaft 514 ordentliche Mitglieder.

Zürich, 7. Mai 1919. Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Bericht des Redaktors.

Der 63. Jahrgang unserer Vierteljahrsschrift umfasst LVI und 582 Seiten und ist wiederum in zwei Doppelheften herausgegeben worden. Das erste Doppelheft ist am 31. Mai, das zweite (Schluss-) Heft am 31. Dezember erschienen. Der ganze Band enthält 4 Tafeln und 89 Textfiguren. Tafeln wie Textfiguren sind zum grössern Teil von den Autoren aus eigenen Mitteln bestritten worden. Der Redaktor wird vorraussichtlich noch auf längere Zeit hinaus an die Kosten derartiger Beilagen die Autoren in Mitleidenschaft ziehen müssen. Leider, denn es ist sicherlich eine höchst bedauerliche Sache, dass vielfach wissenschaftliche Arbeit nicht nur nicht honoriert werden kann, sondern dass im Gegenteil der Wissenschafter noch an die Kosten der Veröffentlichung beizutragen hat. Das ist ein schreiender Anachronismus, eine Erscheinung, die nichts weniger als in die gegenwärtigen Zeitläufe passt. Ob wohl alle Berufe Beispiele solcher Selbstlosigkeit aufzuweisen haben?

Die in den 63. Jahrgang aufgenommenen Arbeiten verteilen sich auf die verschiedenen Disziplinen unserer Gesellschaft wie folgt: Physik 1, Chemie 1, Geologie inkl. Mineralogie und Petrographie 3, Zoologie 1, Menschliche Anatomie 1, Mathematik 5, Botanik 4; hiezu kommen noch die „Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte“, die Sitzungsberichte und das Verzeichnis der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft, abgeschlossen auf den 31. Dezember 1918.

Das Neujahrsblatt, 121. Stück, auf das Jahr 1919, ist von Herrn Professor Dr. M. Düggeli verfasst worden und ist betitelt: Die Schwefelbakterien. Es umfasst 44 Seiten und ist von 4 Textfiguren begleitet. Es waren zur Illustration des Textes vier Tafeln, wovon eine koloriert, vorgesehen, da aber allein schon die Drucklegung des Textes eine Budgetüberschreitung erwarten liess, musste leider auf die Reproduktion der Tafeln verzichtet werden. Drei der Tafeln konnten dann in Textfiguren aufgelöst werden, auf die Wiedergabe der kolorierten Tafel dagegen mussten Redaktor wie Autor zu ihrem grossen Bedauern verzichten.

Die Befürchtungen, die der Redaktor in seinem letztjährigen Tätigkeitsberichte zum Ausdruck gebracht hat, es sei vorauszusehen, dass die Kosten für Papier, Satz und Druck noch weiterhin steigen werden, haben sich bereits zur Wirklichkeit verdichtet und die Lage des Redaktors wäre eine höchst peinliche, wenn er nicht auf ein so weitgehendes Verständnis beim Vorstande zählen könnte. Für dieses Entgegenkommen der Gesellschaft seinen Dank auszusprechen, ist ihm Bedürfnis.

Der Verkehr zwischen Redaktion und den Autoren einer- und der Druckerei anderseits hat sich reibungslos abgespielt, wie denn auch der Redaktor sowohl den Autoren wie der Druckerei gegenüber zu Dank verpflichtet ist. Allen Wünschen, die sich im Laufe eines Jahres zum Worte melden, gerecht zu werden, ist nicht so leicht, auf der einen Seite soll die Vierteljahrsschrift den Vertretern unserer Disziplinen an beiden Hochschulen, an den Mittel- und Volksschulen für streng wissenschaftliche Publikationen zur Verfügung stehen, auf der andern Seite wird vielfach die Aufnahme mehr allgemeinverständlicher Abhandlungen und Aufsätze gewünscht. Gewiss, der Redaktor ist gerne bereit, beiden Gruppen zu dienen, es bedarf dazu nur ..... der notwendigen Mittel.

Mit der Vollendung des ersten Doppelheftes des 63. Jahrganges der Vierteljahrsschrift hat unsere langjährige Geschäftsverbindung mit der Firma Zürcher & Furrer ihren Abschluss gefunden, indem die Druckerei Zürcher & Furrer, in der die Vierteljahrsschrift und unsere Neujahrsblätter seit einer langen Reihe von Jahren gedruckt worden sind, in Liquidation getreten ist. Im Auftrage des Vorstandes der Naturforschenden Gesellschaft ist der Redaktor mit einer grössern Zahl von Druckereifirmen in Beziehung getreten zwecks Abschlusses eines neuen Druckvertrages. Auf Grund der Eingaben, denen ein vom Redaktor entworfener Normalvertrag als Unterlage zu dienen hatte, hat dann noch im Laufe des Sommers der Vorstand den Redaktor ermächtigen können, mit Gebr. Fretz A.-G. in Zürich 8, vorbehältlich der Genehmigung seitens des Vorstandes, einen Vertrag abzuschliessen, der am 5. August 1918 die Genehmigung des Vorstandes erlangt hat, sodass bereits das zweite Doppelheft in der Offizin von Gebr. Fretz A.-G. gedruckt werden konnte.

Es geziemt sich doch wohl, dass der Redaktor nicht einfach stillschweigend die Druckerei Zürcher & Furrer aus Abschied und Traktandum fallen lässt, sondern mit wenig Worten der langjährigen gemeinsamen Arbeit gedenkt.

Diejenigen unserer Mitglieder, die die von meinem vortrefflichen Vorgänger im Amte eines Redaktors auf das Jahr 1896 verfasste Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft (1746–1896) besitzen und gelesen haben, wissen, dass unsere Gesellschaft nach fünfzehnjährigem Bestehen in den Jahren 1761, 1764 und 1766 drei Bändchen „Abhandlungen“ erscheinen liess, die aus der Offizin Heidegger & Compagnie hervorgegangen sind. Für ein viertes Bändchen wurden wohl die ihm einzureihenden Abhandlungen bezeichnet, dessen Druck ist aber unterblieben. Der Zeit nach folgten auf die „Abhandlungen“ sogenannte „Anleitungen“, über die das Nähere in der erwähnten Festschrift nachzulesen ist. 1825 sodann die „Berichte über die Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft“ (1825 – 1837). 1846 endlich entschloss sich die Gesellschaft gedruckte Mitteilungen herauszugeben und setzte sich damit in den Besitz eines wissenschaftlichen Organes, das unter dem Titel „Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich" von 1847 bis Ende 1855 in Form zwangloser Hefte bei der Firma Zürcher & Furrer gedruckt wurde. Im ganzen sind 131 Nummern, auf 10 Hefte verteilt, erschienen. In diese Mitteilungen wurde auch die Fortsetzung der Meteorologischen Beobachtungen unserer Gesellschaft, deren erste 10 Quarthefte bei Orell Füssli & Co. gedruckt worden waren, aufgenommen.

Am 21. Januar 1856 ist sodann die Herausgabe der „Vierteljahrsschrift" beschlossen worden, deren erster Jahrgang, gedruckt bei Zürcher & Furrer, 1856 erschienen ist. Seitdem ist bis zum Zeitpunkt der Liquidation der Druckerei Zürcher & Furrer, bis 1918, der Druckort nie gewechselt worden.

Noch etwas älter sind unsere Beziehungen zu Zürcher & Furrer im Hinblick auf die Neujahrsblätter, deren 46. Stück, verfasst von H. R. Schinz, betitelt „Die Mäuse", 1844 erschienen und im Laufe des Jahres 1843 bei Zürcher & Furrer gedruckt worden ist.

Die Buchdruckerei Zürcher & Furrer wurde auf den 1. Juli 1838 von Johannes Zürcher und Heinrich Furrer eröffnet und hatte ihre Lokalitäten in den hintern „Escherhäusern" im Zeltweg. Einige Jahre darauf siedelte die Firma in das Haus „zum weissen Kreuz", in der Brunngasse No. 4 über und als sie im Jahre 1874 den Druck der „Neuen Zürcher Zeitung" übernahm, erwarb sie das Haus „zum kleinen Wellenberg", Brunngasse No. 2. Von jeher haben es sich einzelne Glieder der Firma, mit deren Erlöschen ein Stück Alt-Zürich schwindet, ganz besonders angelegen sein lassen, sich speziell auf den Druck wissenschaftlicher Werke (Philologie und Naturwissenschaften) einzurichten, so in erster Linie der Grossvater des gegenwärtigen Seniors, der jahrelang Faktor bei Orell Füssli gewesen war, dann in jüngerer Zeit der ebengenannte Senior, Herr Ernst Zürcher. Diesen beiden tätigen Männern wie der Firma selbst auch, ist unsere Gesellschaft für das ihr stets entgegengebrachte Interesse zu grossem Danke verpflichtet und diesen in bescheidener Weise einigermassen abzutragen, ist der Zweck dieses kurzen Gedenkens.

Die zweite Hälfte des Berichtsjahres hat dem Redaktor ungeahnt eine, er darf wohl sagen, gewaltige Mehrarbeit gebracht: Die Festschrift Albert Heim, doch wird es Sache des nächstjährigen Berichtes sein, hierauf einzutreten.

Zürich, April 1919. Hans Schinz.

Protokoll der Hauptversammlung

vom 19. Mai 1919, abends 6 ½ Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Dr. E. Rübel. Anwesend: 24 Personen für Traktanden 1—6,
93 „ „ „ 7, 8.

Traktanden:

1. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
2. Als neues Mitglied wird aufgenommen:
   Herr Dr. med. Otto Laubi, prakt. Arzt, Kappelistr. 35, Zürich 2, empfohlen durch Herrn Dr. E. Rübel.

3. Die Rechnung für 1918 wird auf Antrag der Rechnungsrevisoren, der Voranschlag für 1919 auf Antrag des Vorstandes genehmigt unter bester Verdankung an den Quästor.
4. Der Bericht des Sekretärs wird unter Verdankung genehmigt.
5. Der Bericht des Redaktors wird unter Verdankung genehmigt.
6. Um 7 Uhr findet das Abendessen statt.
7. Der Vorsitzende schlägt im Namen des Vorstandes der Versammlung vor, Herrn Prof. Dr. C. Schröter zum Ehrenmitglied der Gesellschaft zu ernennen. Einstimmig erhob die Versammlung diesen Antrag durch Akklamation zum Beschluss. Herr Prof. Schröter dankt herzlich.

Es ist der nachfolgende Brief an Herrn Prof. Schröter gesandt worden:

Zürich, den 19. Mai 1919.

Herrn Prof. Dr. C. Schröter, Zürich.

Wir haben die grosse Freude, Ihnen mitzuteilen, dass die heutige Hauptversammlung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich Sie zu ihrem

Ehrenmitglied

ernannt hat in Anbetracht Ihrer vielfältigen Verdienste um die Gesellschaft.

Oft schon haben Sie die Gesellschaft durch Ihre lebhaft empfundenen bilderreichen Vorträge erfreut, auf mancher Exkursion interessante Erklärungen geboten. Seit langer Zeit schenken Sie uns mit Prof. Rudio zusammen in der Vierteljahrsschrift jedes Jahr die Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte.

Zweimal waren Sie Präsident unserer Gesellschaft, 1888 - 90 und 1910—12. In dieser letzten Amtsdauer besonders haben Sie eine weitgehende Tätigkeit für die Gesellschaft entwickelt. Infolge der etwas speziellen Vorträge, die vorher gehalten worden waren, war das Interesse an der Gesellschaft nur in kleinem Kreise rege, der Besuch der Sitzungen ein relativ geringer. Da traten Sie mit der Forderung auf, dass die speziellen Vorträge den einzelwissenschaftlichen Spezialgesellschaften überlassen werden, dass die N. G. Z. dagegen allgemein interessierende Vorträge bringen soll, die ihr Wissensgebiet jeweilen zusammenfassend die neuen Ergebnisse in den allgemeinen Rahmen der Erkenntnis stellen.

Den wissenschaftlichen Aufschwung unterstützten Sie durch eine rege Werbetätigkeit, indem Sie weite Kreise für unsere Gesellschaft interessierten. 178 neue Mitglieder haben Sie in Ihren zwei Amtsjahren aufgenommen, 130 im ersten, 48 im zweiten, während vorher jedes Jahr durchschnittlich nur etwa ein Dutzend aufgenommen worden war. Neben der Freude über das Aufblühen des naturwissenschaftlichen Interesses hat dies auch auf die damals ganz bitterbösen Finanzen wohltätigen Einfluss gehabt.

Ein weiteres grosses Ereignis Ihrer erfolgreichen Tätigkeit im Dienste unserer Gesellschaft war die glänzende Durchführung der Jahresversammlung 1917 der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Unter den erschwerenden Umständen des Krieges haben Sie als Jahrespräsident die Aufgabe vorbildlich gelöst. Der Grösse unserer Stadt und unserer Gesellschaft entspechend wurde die Versammlung grosszügig angelegt und durchgeführt. Wir bekamen die grösste je erreichte Besucherzahl, brachten der S. N. G. den grössten Zuwachs an Mitgliedern dar, boten die grösste Zahl von Vorträgen und dazu eine in allen Teilen wohlgelungene Versammlung. Sie, mit Ihrem Ideenreichtum und unermüdlicher Durchführung, taten die Hauptarbeit dabei.

Für all diese erwähnten Leistungen und noch viele andere dazu ist Ihnen die Gesellschaft von Herzen dankbar.

Im Namen der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich,
Der Präsident: Dr. E. **Rübel**.
Der Sekretär: Dr. A. **Kienast**.

8. Der Vorsitzende gibt mit folgender Ansprache Herrn Prof. Dr. A. **de Quervain** das Wort zum Vortrag:

„Es bereitet mir eine grosse Freude, dass wir an unserer diesjährigen Hauptversammlung über die Ergebnisse der schweizerischen Grönlandexpedition zu hören bekommen. Diese durch Prof. de Quervain durchgeführte Expedition, bildet ein hervorragendes Ruhmesblatt der schweizerischen Naturforschung. Dadurch ist neben die nordischen Seefahrernationen unser kleines Binnenland als ebenbürtiger Teilnehmer der grossen Aufgabe der Erforschung der Polarländer getreten. Dadurch kam die alte Forderung einer Durchquerung von Mittelgrönland, wo das Inlandeis in seiner verwegensten Ausbildung zu studieren war, zur Ausführung, nachdem Nansen nur den südlichen Zipfel hatte durchqueren können.

„Glanzvoll hat de Quervain die Expedition vorbereitet und durchgeführt. Besonders auf die Vorbereitung möchte ich ein Hauptgewicht legen. Wie manche Expedition, die mit grossem Pomp begonnen, scheiterte an Mangel an Voraussicht, wie manche Hilfsexpedition wurde schon nötig wegen mangelhafter Vorbereitung der Hauptexpedition. De Quervain hatte alles so wunderbar bedacht, dass der vorausentworfene Plan glatt durchgeführt werden konnte und wurde. Es ist dies wirklich ein ganz besonderer Glanzpunkt der Expedition.

„Unsere N. G. Z. hat einen ganz speziellen Anteil an der Expedition. Es liegt das darin, dass ein Mitglied unserer Gesellschaft diese Tat vollbrachte. So war es nur natürlich, dass sich die Gesellschaft von Anfang an dafür interessierte und versuchte, nach Möglichkeit beizutragen. Neujahr 1912 lag uns der ganze Plan vor; Sie finden ihn im Protokoll vom 15. Januar 1912 abgedruckt. Wir haben dann gemeinsam mit der Geogr.-ethnogr. Gesellschaft Zürich einen Aufruf an unsere Mitglieder zur finanziellen Unterstützung der Expedition erlassen.

„Nachdem unsere Gesellschaft an den Anfängen und Vorbereitungen mit Interesse sich beteiligt hatte und Prof. de Quervain nach vollendeter Durchquerung uns als ersten in der Schweiz einen Reisebericht vorgetragen hat, freue ich mich, dass er wieder uns zuerst über die Ergebnisse berichtet, die dann in den Denkschriften der S. N. G. niedergelegt werden.

„Unsere demokratischen Einrichtungen kennen keine Ordensverleihungen, keinen äusserlichen Prunk; nur im Herzen freuen wir uns der Taten unserer Mitbürger. Und mit einem schlichten Händedruck möchte ich dem Polarforscher den Dank der Gesellschaft ausdrücken für die wissenschaftliche Tat, von deren Glanz auch ein wenig auf unsere Gesellschaft strahlt."

Vortrag des Herrn Prof. A. **de Quervain**:

Über die Ergebnisse der schweizerischen Grönlandexpedition (mit Lichtbildern).

Der Vortragende betrachtet die Mitteilungen, um die er ersucht wurde, als Dankespflicht gegenüber der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft, die an erster Stelle jenes Unternehmen gefördert hat.

Die Bearbeitung liegt jetzt abgeschlossen vor und ist im Druck, als Band 53 der Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft; ein Teil, die anthropologischen Ergebnisse, von † Dr. Hoessli bearbeitet, ist schon erschienen.

Im Hinblick auf diese Veröffentlichung mögen hier einige Andeutungen über den Inhalt des Vortrags genügen, in welchem selbst auch nur einzelne Punkte herausgegriffen wurden. Zunächst wurde hingewiesen auf die einzigartige Lage der grönländischen Westküste zwischen dem Kalten Moor und dem Inlandeis. Es folgt daraus eine eigentümliche Monsunzirkulation, welche durch Parallelbeobachtungen der Expedition am Eisrand untersucht wurde.

An der Küste konnten verschiedenartige glazialmorphologische Beobachtungen gemacht werden, auch solche über gehobene Meeresterrassen. Die Westgruppe unter Prof. Mercanton stellte die Eisbewegung des Inlandeises in der Randzone in einer normalen Randpartie fest. Die Resultate der Durchquerung wurden zunächst nach ihrer topographischen Seite betrachtet, anknüpfend an die vorher vorliegenden Untersuchungen. Zur Beantwortung der Frage nach dem Charakter des Inlandeises — als einer entweder schwindenden, fossilen, oder einer mit den gegenwärtigen Bedingungen im Gleichgewicht befindlichen Erscheinung — musste auf die meteorologischen Resultate, insbesondere die Bestimmung des jährlichen Niederschlags auf dem Inlandeis eingetreten werden.

Im fernern wurde der Inlandeisföhn und sein Zusammenhang mit der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre über Grönland untersucht. Die Ergebnisse dieser Strömungsmessungen während der Überwinterung zeigen, dass der grönländische Kontinent trennend in die Zirkulation des Polarwirbels eingreift. Die Höhenentwicklung des Inlandeises und die Grösse dieses störenden Einflusses scheinen in Beziehung zu einander zu stehen. Das Höherwachsen des Inlandeises arbeitet schliesslich seiner Ernährung entgegen.

(Autoreferat.)

Lebhafter Beifall dankt dem Vortragenden für die interessanten Darbietungen. Prof. Rikli gratuliert dem Vortragenden zu seinem Erfolge und erwähnt noch einiges über die Vegetation, über die Explosionen an den Eisbergen, über die Temperatur an der Küste Grönlands, über Fata-Morgana-Erscheinungen. Dr. Huber-Pestalozzi fragt, ob die Expedition sogenannten roten Schnee angetroffen habe. Prof. de Quervain antwortet, dass die optischen Erscheinungen zum Beobachtungsgebiet von Prof. Mercanton gehören, der darüber Bericht erstattet und dass roter Schnee nicht angetroffen wurde.

Der Sekretär: Dr. A. **Kienast**.

Protokoll der Sitzung vom 2. Juni 1919

abends 7 ½ Uhr im Physikalischen Institut der Universität.

Vorsitzender: Dr. E. **Rübel**. Anwesend: 155 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Hauptversammlung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
2. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
   Herr **Friedrich Schönenberger**, Ing., Prokurist der Masch.-Fabrik Oerlikon, Allenmoosstr. 11, Oerlikon, empfohlen durch Herrn F. Rutgers.

Herr Dr. Jakob Menzi, Zehnderweg 10, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Walter Biber.

Frl. Fanny Wegmann, Lehrerin, Rotstrasse 30, Zürich 6, empfohlen durch Frl. M. Pfister.

3. Von Herrn Prof. Dr. Schröter ist folgender Brief eingegangen, den der Vorsitzende verliest:

Zürich, den 22. Mai 1919.

An die Naturforschende Gesellschaft in Zürich.

Herr Präsident!

Hochgeehrte Herren und Damen!

Sie haben mir mit der an der letzten Generalversammlung erfolgten Ernennung zum Ehrenmitglied unserer Gesellschaft eine ganz überwältigende Überraschung und eine mächtige Freude bereitet. Ich danke Ihnen von ganzem Herzen dafür!

Wenn es mir im Laufe der Jahre vergönnt war, für unsere Gesellschaft etwas zu sein, so habe ich damit nur zum kleinsten Teil die grosse Dankesschuld abgetragen, die ich ihr zolle. Denn es kommt mir jetzt so recht zum Bewusstsein, welch gewaltige Summe von wertvollen bleibenden Anregungen, von erhebendem freundschaftlichem Verkehr, von fruchtbarem wissenschaftlichem Gewinn und von fröhlichen Stunden heiterer Geselligkeit ich der Gesellschaft verdanke, durch den durch sie vermittelten persönlichen Kontakt, durch ihre Veröffentlichungen, durch ihre geselligen Veranstaltungen!

Möge unsere geliebte Gesellschaft, treu ihrer ruhmreichen Tradition, die an eine ununterbrochene Kette glänzender Namen geknüpft ist, stetsfort als ein Zentrum geistigen Lebens unserer Stadt ihre segensvolle Rolle spielen. Mit allen meinen Kräften dabei mitzuwirken, wird mir nun eine doppelt heilige Pflicht sein.

In aufrichtiger Dankbarkeit

Ihr ergebener C. Schröter.

4. Der Vorsitzende begründet den Antrag des Vorstandes, an den Druck der Ergebnisse der schweizerischen Grönlandexpedition eine Subvention von Fr. 500.— auszurichten. Die mutmasslichen Druckkosten belaufen sich auf Fr. 14000.—; einen Teil davon übernehmen die Schweiz. Naturforschende Gesellschaft und andere Gesellschaften und Stiftungen. Der Rest bleibt zu Lasten des Organisators der Expedition.

   Prof. de Quervain dankt für das erneute Entgegenkommen von Seiten unserer Gesellschaft und beantragt vorläufig von diesem Beitrag abzusehen; würde er später noch wünschbar erscheinen, so könnte die Gesellschaft ja wieder darauf zurückkommen.

   Die Versammlung beschliesst auf Antrag von Prof. Heim den Beitrag von Fr. 500.—, wenn er nötig werden sollte, auszurichten und gibt dem Vorstande Vollmacht, hierüber zu entscheiden.

5. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Edgar Meyer:

Wie gelangen wir zu der atomistischen Auffassung der Elektrizität? (Mit Experimenten).

Heute ist es eine nur noch wenig bestrittene wissenschaftliche Erkenntnis, dass der Elektrizität, ebenso wie der Materie, eine atomistische Konstitution zukommen muss. Der Vortragende versuchte, einige der Wege, auf denen man zu dieser Auffassung geführt wird, durch Experimente zu erläutern.

Ausgegangen wurde von den Erscheinungen, die sich bei dem Elektrizitätsdurchgang durch Leiter zweiter Klasse, den sogenannten Elektrolyten, zeigen. Durch einen Versuch wurde das Faradaysche Gesetz verifiziert, nach dem die durch denselben Strom abgeschiedenen Mengen verschiedener Jonen sich verhalten wie deren Äquivalentgewichte. Die einfachste Interpretation dieses Gesetzes führt schon dazu anzunehmen, dass in den Elektrolyten ein einwertiges Jon stets die Ladung von $1{,}56 \cdot 10^{-20}$ elm. Einheiten trägt, eine Ladung, die man das elektrische Elementarquantum nennt. Diese Überlegung stellte zuerst Helmholtz im Jahre 1881 an und zwar in seiner berühmten Rede, die er zum Andenken an Faraday vor der Chemical Society of London hielt.

Die elektrische Leitfähigkeit der Flammengase führte dann dazu, die Jonen in Gasen näher zu betrachten. Verschiedene Entstehungsweisen wurden vorgeführt, so die Aussendung von Thermionen durch glühende Drähte, die Jonisierung durch Röntgen-Strahlen und die unipolare Leitfähigkeit beim photoelektrischen Effekt. An Hand des von R. von Helmholtz aufgefundenen Dampfstrahlphänomens wurde darauf die geniale Methode von J. J. Thomson besprochen, vermittelst der es möglich war, auch bei den Gasionen die Grösse des elektrischen Elementarquantums aufzufinden.

Die elektrischen Erscheinungen in gasverdünnten Räumen, insbesondere die Kathodenstrahlen, gestatteten sodann, die Eigenschaften des Elektrons, des nur aus negativer Elektrizität bestehenden Elementarquantums, unbeeinflusst von der ponderablen Materie zu studieren. Durch einen Versuch mit einer Wehneltkathodenröhre in einem bekannten Magnetfelde wurde die spezifische Ladung des Elektrons bestimmt, aus der folgt, dass die Masse des Elektrons rund 2000 mal kleiner ist als die Masse des Wasserstoffatoms. Nur andeutungsweise konnte auf die weittragenden Schlussfolgerungen eingegangen werden, die man aus diesem Resultate in bezug auf die Konstitution der Materie überhaupt gezogen hat.

Zum Schlusse wurde noch eingehend die Methode behandelt, die von Ehrenhaft und Milliken zum Studium des elektrischen Elementarquantums angegeben ist. Da hierbei eine ultramikroskopische Beobachtungsweise verwendet wird, so wurde deren Wirkungsweise ebenfalls durch Versuche demonstriert. Messungen, die nach dieser Methode von Herrn Dr. Bär im physikalischen Institut der Universität ausgeführt wurden, geben ein so eindeutiges und klares Zahlenmaterial, dass an der atomistischen Struktur der Elektrizität kaum mehr gezweifelt werden kann.

An den Vortrag schloss sich noch die Demonstration der beiden Versuchsanordnungen, mit denen im physikalischen Institut der Universität Herr Dr. Bär und Herr stud. Luchsinger weitere Untersuchungen über das elektrische Elementarquantum in Angriff genommen haben. (Autoreferat.)

Die Zuhörer spendeten dem interessanten Vortrag und den eleganten Experimenten reichen Beifall. Dr. Wolfke fragte den Vortragenden nach dessen Ansicht über die späteren Veröffentlichungen von Ehrenhaft, in denen dieser zu stark abweichenden Werten des elektrischen Elementarquantums gelangt. Der Vortragende teilt mit, dass in seinem Laboratorium Untersuchungen durchgeführt werden, von denen er entscheidende Ergebnisse über diese Frage erwartet.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Protokoll der Exkursion in den Sihlwald

Samstag, den 21. Juni 1919.

Vorsitzender: Dr. E. Rübel. Anwesend 62 Personen.

Ankunft 12 Uhr 46 Forsthaus Sihlwald.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 2. Juni wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
2. Die Gesellschaft hat am 27. Mai durch den Tod verloren ihr Ehrenmitglied Prof. Dr. Simon Schwendener. Die Anwesenden erheben sich zu seinen Ehren.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
   Frau Dr. O. Cramer-v. Muralt Jupiterstr. 14, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. O. L. Cramer.
   Herr Ing. Conrad Roth, Direktor des Verbandes schweiz. Gaswerke, Zollikerstr. 10, Zollikon, empfohlen durch Herrn Dr. Schläpfer.
   Herr Heinrich Bruppacher, Holzexport, Wettingerhaus 1, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.
   Fräulein Vera Vogel, stud. med., Zürichbergstr. 6, Zürich 7. empfohlen durch Herrn Dr. Baumann-Naef.
   Herr Karl Kruck, Baumeister, Sophienstr. 16, Zürich, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. R Gerlach.
   Herr Theodor Bachmann, Ingenieur, Höschgasse 30, Zürich, empfohlen durch Herrn Dr. H. Gams.
   Herr Dr. jur. Armin Schweizer, Winterthurerstrasse 33, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Jul. Gujer-Berchtold.
4. Vortrag des Herrn Forstmeister Tuchschmid und Rundgang durch den Sihlwald mit Abstieg nach Sihlbrugg.

An Hand einer Karte erläutert der Vortragende die Lage des städtischen Waldbesitzes links uud rechts der Sihl. Er ist vollständig arrondiert unb besitzt eine Grösse von 1046 ha. Er hat ca. 1400 mm jährliche Niederschlagsmenge gegenüber 1147 mm in Zürich und quer über ihn hin verläuft ein ausgezeichneter Gewitterzug durch die Schnabellücke.

Bei der Gründung des Klosters Fraumünster 853 wurde der Stiftung Wald im Sihltal zugeteilt und zwar der auf dem Höhenrücken zwischen der Sihl und dem See liegende Wald, der sog. Forst. Der Wald am Albishorn gehörte zur Reichsvogtei Zürich; die hohe Gerichtsbarkeit übte der Reichsvogt aus, der Boden und die Nutzung des Waldes gehörten dem Reichshof und dessen Insassen, d. h. der Gemeinde Zürich. Im Jahre 1309 kam auch die hohe Gerichtsbarkeit über das Gebiet an die Stadt, sodass sie von diesem Jahre an unbeschränkte Herrin des Sihlwaldes ist.

Von 1506 bis 1697 wird der Sihlwald durch eine grosse Reihe von Zukäufen vergrössert. Der bedeutendste Zuwachs fand statt im Jahre 1524, in dem alle Güter des Fraumünsterstiftes und damit auch der „Forst" in den Besitz der Stadt Zürich übergingen.

Durch die politischen Umwälzungen des Jahres 1798 entstand die Frage: Sind die bisher von der souveränen Stadtherrschaft verwalteten Waldungen Eigentum des Staates Zürich oder der Stadt Zürich. Während der Helvetik lag Neigung vor, das erstere anzunehmen, während die Stadtbürgergemeinde für die im Memorial von 1801 aufgeführten Waldungen für die Anerkennung des letztern eintrat. Am 22. Juni 1805 wurden ihre Gründe anerkannt.

Herrührend aus den Eigentumsverhältnissen früherer Zeiten gab es in den Gemeinden Horgen, Oberrieden und Thalwil eine Anzahl Höfe, die gewisse Nutzungsberechtigungen am „Forste" besassen. Ferner waren Servituten vorhanden, die sich bezogen auf Weidgang, Stockrodung, Laubstreusammlung, Leseholzsammlung. Von 1835–1860 ziehen sich die Bestrebungen und verschiedenen Verträge hin, die durch Waldabtretungen und Geldzahlungen dazu führten, dass von 1860 ab der Fraumünsterforst und Sihlwald vollständig servitutenfreies Eigentum des städtischen Stiftungsgutes sind.

Den Hauptbestand der Waldung bilden auf dem rechten Sihlufer Nadelholzarten, auf dem linken Ufer Laubholzarten, vor allem Buchen. Vom 13. bis zum 16. Jahrhundert herrschten auch auf dem linken Ufer Nadelhölzer vor. Die allmähliche Änderung lässt sich in dem von 1630 bis heute vollständigen Wirtschaftsbuch verfolgen. Sie ist zunächst veranlasst durch den Nutzungszweck: die Stadt brauchte mehr Brennholz; andererseits begünstigten die von Mitte des 16. Jahrhunderts an eingelegten Durchforstungen die natürliche Verjüngung, speziell der Buchen, die im Sihlwald ganz besondere Wachstumseigenschaften zeigen. Sie erreichen im 100. Altersjahre eine Höhe bis zu 38 m.

Weitaus die gefährlichste aller Schädigungen, die im Sihlwald auftraten, ist der Schneedruck bei Schneefällen im Frühling oder Herbst, so lange die Bäume noch Laub tragen. Eine Katastrophe dieser Art zerstörte am 28. Sept. 1885 ca. 60 ha schönsten Buchenwaldes mit fast 45000 Festmeter Holz.

Eine wichtige Aufgabe für die Verwaltung bildet der Transport des Holzes. Im Sihlwald ist die Anlage von Strassen sehr kostspielig. Es sind nur wenige kleine Moränen vorhanden und daher müssen Steine und Kies von weither transportiert werden. Bewährt hat sich eine schmalspurige Waldbahn mit 2–7°/₀ Gefälle, auf der ein Transport von ca. 10 tn. der Gesellschaft vorgeführt wurde.

Im Interesse der Bodensicherung und der Erhaltung seiner Produktionskraft sind in den zahlreichen Wasserläufen Verbauungen angelegt worden, vorwiegend aus Rundholz, für das durch den hohen Kalkgehalt des Wassers eine natürliche Imprägnierung eintritt.

5. **Geologische Mitteilungen von Herrn Dr. J. Hug:**

Der anstehende Fels des Albiskammes und damit des Sihlwaldes besteht aus oberer Süsswassermolasse, die aus einem Wechsel von Mergeln und tonigen Sandsteinen besteht, in die sich in den obern Partien auch Nagelfluhschichten einschalten. Der Fels tritt aber nur an einzelnen Stellen zu Tage, im übrigen haben wir es mit jüngeren Bildungen zu tun, besonders aus der letzten Eiszeit, der wir auch in der Hauptsache die heutige Bodengestaltung verdanken. Zur Zeit der grössten Ausdehnung der letzten Eiszeit füllte der Linthgletscher das ganze Gebiet zwischen Pfannenstiel und Albis bis zu einer Höhe von etwa 800 m. Zwischen dem vorstehenden Albiskamm und dem Eisrande musste ein Schmelzwasserfluss zwischen Bergkamm und Eismauer abfliessen; wir verdanken diesem Schmelzwasserfluss die Terrasse in 800 m Höhe und die Bildung des Steilhanges von 800–914 m Höhe. Mit dem allmählichen Rückzug des Gletschers verminderte sich auch dessen Dicke. Jedes dieser Stadien legte an den Hang des Albis eine Seitenmoräne an. Zwischen dieser und dem Albis musste sich jeweilen als Werk der am Rande des Eises abfliessenden Schmelzwasser ein Talboden bilden. Im „Tannboden“ und „Kellerboden“ sind Reste einer solchen Seitenmoräne mit entsprechender Abflussrinne gut erhalten, die weitere Fortsetzung derselben nach unten würde das Tal von Rengg zwischen dem Langenberg und dem Albispass westlich von Langnau bilden. Noch kräftiger gestaltete sich die Talbildung längs einer etwas jüngeren, auf dem Zimmerberg gelegenen Endmoräne. Diese am tiefsten eingeschnittene Rinne, das Sihltal. dient heute noch zur Entwässerung des ganzen Gebietes. Nach der Eiszeit mussten sich an dem zu steilen Osthang des Albis Rutschungen einstellen, wodurch an vielen Stellen das Moränenmaterial mit den Verwitterungsprodukten der Molasse zu fruchtbarem Waldboden vermischt wurden. (Autoreferat.)

Protokoll über die Exkursion in die Fabrik und Gutswirtschaft Maggi in Kempttal und auf die Kyburg

Samstag, den 13. September 1919.

Vorsitzender: Dr. E. Rübel. Teilnehmer: 50 Personen.

Traktanden:

1. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

   Herr Dr. phil. Ernst Rosenbohm-Bindschedler, Scheuchzerstr. 22, Zürich 6, angemeldet durch Herrn Dr. J. Lifschitz.

   Herr Dr. phil. Paul Adrian, Versicherungsmathematiker, Stockerstr. 41, Zürich 2, angemeldet durch Herrn Dr. E. Rübel.

   Herr Dr. med. et phil. Paul Vonwiller, Prosektor am anatomischen Institut Anatom. Institut Zürich, angemeldet durch Herrn Dr. B. Peyer.

   Herr Max Aebi, dipl. Ingenieur, Bergstr. 132, Zürich 7, angemeldet durch Herrn Prof. Dr. E. Bosshard.

   Herr Hans Müller, Zollikerstr. 45, Zürich, angemeldet durch Herrn Dr. E. Rübel.

   Fräulein Dr. phil. Clara Zollikofer, obere Zäune 4, Zürich, angemeldet durch Herrn Prof. A. Ernst.

2. Ankunft in Kempttal 7 Uhr 43. Führung durch einige zur Demonstration sich eignende Abteilungen der Fabrik mit Erklärungen der Herren Dr. Ruckstuhl, Dr. Holzmann, Dr. Schleich, Ing. Ruf.

Die Gemüsewäscherei und Trocknerei, in der soeben Wirz und Zwiebeln verarbeitet wurden, zeigen, wie es durch Mischung von Maschinen- und Handarbeit möglich ist, ein reines völlig gleichmässiges, wohlschmeckendes Produkt herzustellen.

Zur Aufbewahrung von Erbsen sind Silos von 80000 kg Fassung vorhanden. Von da gelangen die Erbsen in die Putzerei und Wäscherei. Magnete entfernen etwa vorhandene Eisenteile; dann passieren sie Röstapparate und werden schliesslich gemahlen.

Die Fabrik stellt gepresste und ungepresste Suppen- und Bouillonwürfel her. In der Abteilung für Fassonierung werden sie in genau abgewogenen Teilmengen verpackt. Dies geschieht durch ausserordentlich sinnreiche Maschinen, die von der Fabrik selbst hergestellt werden und erst im Laufe der Zeit die gegenwärtige hohe Ausbildung erlangten, Bei den neuesten Maschinen st Handarbeit ganz ausgeschaltet. Es ist nur noch nötig, den regelmässigen Gang der Maschine zu überwachen.

Eine Wägemaschine kontrolliert die fertig verpackten Suppenstangen und schaltet zu leichte aus. Durch eine Zählmaschine werden die Bouillonwürfel gezählt für die Abfüllung in Blechbüchsen.

In der Abteilung für Spedition werden aus dem Magazin die Bestellungen zusammengestellt und in Kisten verpackt. Auf jedem Arbeitsplatz findet sich eine Öffnung des Staubsaugers. Der Raum ist beleuchtet durch eine ca. 40 m lange Röhre für Moorelicht, die ca. 3000 Kerzen Lichtstärke entwickelt und mit 22000 Volt betrieben wird.

Die nötigen Kisten werden in der Fabrik mit Hilfe von sinnreichen Maschinen hergestellt.

3. Besichtigung der Gutswirtschaft unter Führung durch deren Leiter Herren Nationalrat Bertschinger und Viceverwalter Brunschweiler.

Die Landwirtschaft wird betrieben auf ca. 1500 Juchart, Weide und Wald inbegriffen. Dazu gehören drei Alpen, zwei beim Hörnli, eine am Stoss (Kt. Schwyz). Sie enthält gegenwärtig ca. 330 Stück Rindvieh, ca. 50 Schweine und ca. 20 Pferde, Jungtiere inbegriffen. Infolge der Anbaupflicht für Getreide und Kartoffeln und des Fehlens von Kraftfutter musste der Rindviehbestand um ca. 150 Stück vermindert werden gegenüber dem Bestand vor dem Kriege. Die Milch wird zunächst verwendet für die Arbeiter der Fabrik, zur Aufzucht des Jungviehs und der Rest geht nach Winterthur.

Für die Düngung sind bei den Ställen ca. 1000 m^3 Jauchegruben vorhanden und an verschiedenen Stellen der Felder noch weitere ca. 700 m^3 Jauchegruben, zu denen von einem grossen Wasserreservoir aus Leitungen hinführen.

Auf dem Rundgang sah die Gesellschaft Felder von Blumenkohl, Wirz, Lauch, Kabis, Stangenbohnen mit Kabis als Zwischenpflanzung, ferner in Tätigkeit einen Motorpflug, eine Sämaschine, Eggen und Walzen.

4. 12 Uhr Mittagessen im Restaurant Hammermühle.

5. 1 Uhr 15 bis 2 Uhr 30 Aufstieg zur Kyburg. Vortrag im Schlossgarten von Herrn Prof. Dr. H. Leemann über die Geschichte der Burg und ihrer Bewohner. Nachher Führung durch die Burg mit Erläuterung der Bauten.

Die Kyburg wird zum erstenmal genannt im Jahre 1027. Durch Heirat kam sie 1065 an den Grafen von Dillingen, dessen Nachkommen sich in die dillingischen und die kyburgischen Güter teilten, wobei sich die Inhaber der letztern Grafen von Kyburg nannten. Hartmann III. von Kyburg heiratete die Erbin der Güter der Grafen von Lenzburg und sein Sohn Ulrich III. die Erbin des mächtigen zähringischen Herzogsgeschlechtes. Dadurch waren die Grafen von Kyburg die mächtigsten Herren in unserer Gegend geworden. Sie erloschen 1264 und als nächster Verwandter erhob Rudolf von Habsburg Ansprüche auf das Erbe, die er mit Erfolg durchzusetzen wusste. Unter Albrecht verwalteten österreichische Vögte die Burg; später wurde sie als Pfandlehen an verschiedene Herren, dann an Zürich verkauft. 1425 ist zum erstenmale ein zürcherischer Vogt nachweisbar. 1499 gelangte Zürich in den vollen Besitz der Grafschaft.

Beim Rundgang durch das Schloss wies der Vortragende besonders auf diejenigen Bauteile hin, die durch ihre charakteristischen Merkmale eine Datierung ihrer Entstehung erlauben oder über deren Ausführung urkundliche Nachrichten vorliegen. Im Laufe der Jahrhunderte sind zahlreiche Umbauten ausgeführt worden, durch die sie ihr mittelalterliches Gepräge stark einbüsste. 1917 hat der Staat Zürich mit Unterstützung der Städte Winterthur und Zürich und der Eidgenossenschaft die Burg angekauft und es besteht der Plan, soweit es die Mittel gestatten, den Bau von den schlimmsten neueren Zutaten zu befreien.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Protokoll der Sitzung vom 27. Oktober 1919,

abends 8 Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Dr. E. **Rübel**. Anwesend 114 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Exkursion in den Sihlwald und das Protokoll der Exkursion in die Fabrik und Gutswirtschaft Maggi in Kempttal und auf die Kyburg werden genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
2. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren: am 23. Juni 1919 Herrn Dr phil. **Otto Kym** und im Laufe des Sommers ihre langjährigen Mitglieder und Ehrenmitglieder Dr. **Paul Choffat**, Lissabon und Prof. Dr. Th. **Reye**, Würzburg. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
   Herr Dr. phil. u. Dr. techn. h. c. **Traugott Sandmeyer**, Forchstr. 22, Zollikon, eingeführt durch Herrn Heinrich Müller.
   Herr **Hans Glättli**, Tierarzt, Neptunstasse 45, Zürich 7, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. W. Frei.
   Herr **Paul Staub**, dipl. Chemiker, Rue Bergalonne 8, Genf, eingeführt durch Herrn Dr. E. Rübel.
   Herr Dr. **Alfred Steinmann**, Ass. a. Inst. f. allg. Botanik, Trittligasse 16, Zürich, eingeführt durch Herrn Dr. E. Rübel.
4. Der Vorsitzende, als Delegierter unserer Gesellschaft an die Jahresversammlung der Schweiz. Naturf. Ges. in Lugano macht Mitteilungen über die Traktanden der Delegiertenversammlung.
5. Vortrag von Herrn **Doz.** Dr. **Anton Bühler**:

Die Arteriosklerose als biologisches Problem.

Die Naturwissenschaft anerkennt heute ein physiologisches Aufhören für alle Lebewesen; die Naturnotwendigkeit des Todes ist uns Erfahrungstatsache. Zum Verständnis des natürlichen Todes muss uns das Alter führen. Beim Menschen treten die Erscheinungen des Alterns beim **Arteriensystem** mit besonderer Deutlichkeit hervor. Weil dasselbe vorzugsweise auf mechanische Beanspruchung eingestellt ist, kann bei ihm das Fortschreiten des Altersprozesses mechanisch gemessen werden. Das Altern der Arterien vollzieht sich unter dem Bilde der **Arteriosklerose**, woran allerdings auch oft Krankheitsprozesse mitbeteiligt sind.

Von den verschiedenen Theorien über das Wesen der Arteriosklerose gilt heute diejenige von **Marchand**, der sie als **Degeneration** auffasst. Unter ihren Ursachen werden genannt: Chronische Giftwirkung (Alkohol, Nikotin, gewerbliche Gifte); Infektionskrankheiten (Typhus, Blattern, auch Grippe); chronische Nierenkrankheiten; Abnutzung durch physikalische Beanspruchung (Blutdrucksteigerung). Auf sie alle reagiert die Arterienwand in gleichartiger Weise. Die allgemeinste Ursache liegt in der Beschaffenheit der Arterie selbst (Vererbung, Altersdisposition).

Anatomisch spielt in der Struktur der Arterie das elastische Gewebe die bedeutendste Rolle. Physiologisch ist ihre wichtigste Eigenschaft die elastische Dehnbarkeit. Vermöge der Dehnbarkeit bildet das Arteriensystem das Reservoir für die vom Herzen ausgetriebene Blutmenge. Vermöge seiner Elastizität setzt es die periodische Herzarbeit um in kontinuierlichen Druck auf das Arterienblut (Blutdruck).

Die Arteriosklerose ist eine Erscheinung des fortgeschrittenen Alters: unter 40 Jahren als seltene Ausnahmefälle, über 50 kaum jemals fehlend. Ihre ersten Anzeichen treten in der Gefässinnenhaut auf als Fettablagerung und Degeneration speziell der elastischen Elemente. Weiter kommt es zu Wucherungen der Innenhaut und Übergreifen der Degeneration auf die Muskelhaut, und endlich zu Verkalkung. Die Arterie verliert so ihre physiologisch notwendige elastische Dehnbarkeit.

Dem entsprechen die klinischen Folgen: die Blutversorgung der Körperorgane wird unzureichend. Darunter leidet der ganze Körper: Altersschwäche. Die Arteriosklerose ergreift meist einzelne Körperteile in verschiedenem Grade: Extremitäten (Minderung der Muskelleistung); Herz (Herzschwäche, Pulsunregelmässigkeit, Herzangst, Herztod); Nieren (Nierenschrumpfung, Urämie); Gehirn (Schwindel — Kopfschmerz — Gedächtnisschwäche, Greisenblödsinn; Schlaganfall). Folgeerscheinungen der Arteriosklerose sind also langsames Abnehmen der Lebensfähigkeit im Alter und Alterstod.

Lebenslauf der Arterien: Die anfänglich dünnwandigen Schläuche erhalten mit Beginn der fötalen Herztätigkeit stärkere Wandungen. Mit zunehmender physikalischer Beanspruchung tritt elastisches Gewebe auf (elastische Innenhaut im 4. Fötalmonat), das zunimmt bis zum Ende des Körperwachstums im 20.–30. Lebensjahr. Bald nachher mit Herannahen des Alters beginnt das elastische Gewebe zu entarten (Analogien: Welken der Haut, Lungenemphysem) und nachzugeben. Die Arterienwand wird kompensatorisch verstärkt durch Fasergewebe und schliesslich Kalkablagerung. Der natürliche Altersprozess der Arterie führt zur Arteriosklerose.

Deshalb werden alte Schlagadern weiter, geschlängelt, sichtbarer. Der Blutdruck steigt, auch bei gesunden Adern, mit zunehmendem Alter, stärker noch meist bei Adernverkalkung. Denn die elastische Kapazität, ausgedrückt durch die Dehnbarkeitskonstante der Arterien, nimmt mit den Jahren und der zunehmenden Sklerose kontinuierlich ab. Diese Angaben werden durch Zahlen und Kurven belegt. Aber auch Erhöhung des Blutdruckes und Erweiterung der Arterien können im Alter nicht mehr die volle Blutversorgung der Jugend sichern: das Alter muss sich auf abnehmende Lebenstätigkeit seiner Organe entsprechend dem verminderten Blutzufluss einstellen.

So lässt sich an der Arterie der Altersvorgang verstehen und dessen Einfluss auf den Körper als Ganzes verfolgen. Das Studium der Arteriosklerose ist ein Wegweiser zur Erkenntnis des wichtigen biologischen Problems von Alter und Tod.

In praktischer Hinsicht ist zu sagen, dass der Altersprozess und damit das Altern der Arterien durch keine ärztliche Kunst verhindert werden kann, dass es aber dieser gelingt, das vorzeitige Auftreten der Arteriosklerose und ihr allzurasches Fortschreiten zu verhüten und daraus resultierende Altersbeschwerden zu mildern. (Autoreferat.)

In der Diskussion erwähnt Prof. W. Frei, dass die Ablagerung der schwer löslichen Kalksalze im Körper mit der Verschlechterung der Löslichkeitsbedingungen für sie in Zusammenhang gebracht worden sei. Es ist bekannt, dass Eiweisskörper die Löslichkeit jener Salze erhöhen. Daher lässt sich vermuten, dass eine Veränderung der Eiweisstruktur des Körpers zur Ausfällung jener Salze führt.

Der Vorsitzende verdankt den interessanten Vortrag bestens.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Protokoll der Sitzung vom 10. November 1919

abends 8 Uhr, im Physikalischen Institut der Universität.

Vorsitzender: Dr. E. Rübel. Anwesend 123 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
2. Die Gesellschaft hat am 8. November 1919 durch den Tod verloren ihr langjähriges Mitglied und verdientes Vorstandsmitglied Prof. Dr. Karl Egli. Die Anwesenden erheben sich zu dessen Ehren.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
   Herr Fried. Arthur Schöller, Kaufmann, Parkring 53, Zürich 2, angemeldet durch Herrn Dr. W. v. Muralt.
   Herr Dr. phil. Joh. Jakob, Ass. mineralchem. Labor. d. E. T. H., Museumstr. 2, Zürich 1, angemeldet durch Herrn Dr. Rübel.
   Herr Dr. med. Alfred Meyer, Arzt, Zollikon, angemeldet durch Herrn Dr. G. Huber-Pestalozzi.
   Herr Dr. med. Joh. Rutgers, Arzt, Zürichstr. 11, Oerlikon, angemeldet durch Herrn Dr. Behn-Eschenburg.
   Herr Otto Felix, Tierarzt, Direktor der Vereinigten Zürcher Molkereien, Stauffacherquai 4, Zürich 4, angemeldet durch Herrn Prof. Dr. W. Frei.
   Herr Dr. med. Arnold Hofmann, Arzt, Reinacherstrasse 9, Zürich 7, angemeldet durch Herrn P. Naef-Werner.
4. Vortrag von Herrn Prof. Dr. H. Greinacher:

Wechselstromversuche. (Mit Demonstrationen.)

Im ersten Teil des Vortrages wurden zur Einführung einige Versuche über die Eigenschaften des Wechselstroms gebracht. Lässt man vor einer Drahtschleife, deren Enden mit einem Galvanometer verbunden sind, einen Stabmagneten rotieren, sodass sich in regelmässiger Folge bald der Nordpol, bald der Südpol der Schleife nähert, so entsteht Wechselstrom und damit eine hin- und hergehende Bewegung des Lichtzeigers. Dasselbe geschieht, wenn die Drahtschleife rotiert und der Magnet feststeht. Lässt man die Rotationsgeschwindigkeit und damit die Frequenz des Wechselstroms wachsen, so nimmt die Grösse der Lichtzeigerbewegung immer mehr ab und verschwindet schliesslich fast ganz Der Galvanometerzeiger kann der raschen Stromänderung infolge seiner Trägheit nicht mehr folgen. Auch ein Dauerausschlag entsteht nicht, da die algebraische Summe der in Bewegung gesetzten Elektrizitätsmengen gleich null ist. Um auch den zeitlichen Verlauf rasch verlaufender Wechselströme sichtbar zu machen, wurde die Ablenkung eines Kathodenstrahlenbündels gezeigt. Auf dem Fluoreszenzschirm erblickt man die Bewegung dieses trägheitslosen Lichtzeigers. Die Schwingungen erfolgen hier so rasch, dass man eine scheinbar ruhende Linie beobachtet. Im rotierenden Spiegel löst diese sich jedoch in eine Wellenlinie (Sinuskurve) auf. Für den zeitlichen Verlauf der Wechselspannung gilt also dasselbe Gesetz wie für eine Pendelschwingung.

Die Wechselstromkurve kann jedoch auch eine ganz andere Gestalt haben, wie z. B. der Strom 1. aus einem offenen Transformator, 2. aus einem Induktor mit Neefschem Hammer zeigt. Ebenso lassen sich mit der Gehrkeschen Glimmlichtröhre und rotierendem Spiegel zeigen, dass auch der Strom aus ein und demselben Induktor bald sinusförmig, bald ganz unsymmetrisch (steile und flache Halbwellen) sein kann, wobei aber beide Halbwellen stets gleiche Fläche besitzen. Eine Auflösung der Wechselstromentladungen ohne rotierenden Spiegel ermöglicht die Hörnerblitzableiter-Vakuumröhre.

Nicht nur leuchtende Entladungen, sondern auch materielle Systeme können unter Umständen genügend geringe Trägheit besitzen, um dem Wechselstrom noch folgen zu können. In dem vorgeführten Vibrationselektrometer befindet sich ein Platinfaden von 5 μ Dicke (durch Projektion etwa 1000 mal vergrössert). Das Instrument ist mit einer Induktionsspule verbunden. Bringt man in einigem Abstand davon eine zweite induzierende, von städtischem Wechselstrom durchflossene Spule an, so entsteht, je nach der gegenseitigen Orientierung der beiden Spulen zueinander eine mehr oder weniger starke Verbreiterung des Elektrometerfadens (Vibration). Die elektromagnetische Wirkung wird fast ganz vernichtet, wenn man über die induzierende Spule einen Metallzylinder stülpt (sog. Schirmwirkung). Sogar die elektrostatische Induktion durch die im Auditorium brennenden Glühlampen liess sich nachweisen, indem man auf das Elektrometer einen vertikalen Draht (Antenne) aufsetzte. Bei den höheren Frequenzen der drahtlosen Telegraphie gibt auch das Vibrationselektrometer nur einen konstanten Dauerausschlag, ganz ebenso wie dies beim Braunschen Elektrometer schon bei 50 Perioden der Fall ist.

Im zweiten Teil des Vortrages wurde nun gezeigt, dass durch mannigfache Methoden die Flächen der beiden entgegengesetzten Halbwellen ungleich gemacht werden können. Man erhält dann einen Überschuss an elektrischer Strömung in der einen Richtung, d. h. ein Teil des Wechselstroms (ev. der ganze) wird in Gleichstrom verwandelt. Welch geringe Unsymmetrie in der Anordnung schon genügen kann, um Gleichrichtung zu erhalten, zeigen folgende zwei Versuche. Zwei Metallstifte tauchen ganz symmetrisch nebeneinander in eine Bunsenflamme. Beim Anlegen des Wechselstroms zeigt das Galvanometer zunächst keinen Ausschlag. Man hält jetzt unter die eine Elektrode eine Natriumsalzperle (gelber Dampf). Sofort tritt ein lebhafter Ausschlag auf, dessen Richtung sich umkehrt, sobald die Salzperle unter die andere Elektrode gebracht wird. Analog erhält man bei einem Wechselstromlichtbogen zwischen zwei Kohlen keine Gleichrichtung. Bringt man jetzt einen Glasstab an die eine Kohle, sodass wiederum etwas Natriumdampf entsteht, so tritt Gleichstrom auf, jedoch in entgegengesetzter Richtung wie beim Flammenexperiment. Erklärung: Vernichtung des kathodischen Widerstandes bei der Flamme, des anodischen beim Flammenbogen.

Die meisten Gleichrichtereffekte entstehen infolge einer Ungleichheit der Elektroden. Vorgeführt wurde die sog. elektrische Ventilröhre, der Typ eines Hochspannungstrichters. Die demonstrierte Röhre hat die Eigentümlichkeit.

dass man ihre Ventilwirkung nach Belieben bald in der einen, bald in der andern Richtung erhalten kann. Durch Drehen der Röhre um 180° kann die Stromrichtung umgekehrt werden: Aufleuchten bald der linken, bald der rechten Hälfte der sog. Trichterentladungsröhre. Die Wirkung einer technischen Ventilröhre wurde an zwei Demonstrationsröhren gezeigt, 1. der Glühlampenröhre: Aufleuchten der einen Glühlampe bei Einschaltung des Ventils, Aufleuchten beider bei Wechselstrom, 2. der Kathodenglühampe: Aufleuchten eines oder zweier Nernststifte.

Hierauf wurde zu Wechselstromversuchen an Selenzellen übergegangen. Es wurde gezeigt, dass ein Gleichstrom, den man durch eine solche Zelle schickt, verstärkt wird, sobald man Wechselstrom hinzuschaltet. Der Widerstand der Zelle scheint also während der Dauer des Wechselstroms vermindert zu sein, schnellt aber nachher wieder auf seinen ursprünglichen Wert hinauf. Dies erinnert vollständig an den analogen Lichteffekt am Selen. Trotz der weitgehenden Analogie zwischen den beiden Effekten hat es sich jedoch nach eingehender Untersuchung herausgestellt, dass der Wechselstromeffekt im Selen als Gleichrichtereffekt besonderer Art aufzufassen ist.

Auch ohne Verwendung von Gleichstrom erhält man eine Gleichrichtung im Selen, wenn man statt sinusförmigem Wechselstrom solchen aus einem Induktorium mit Neefschem Hammer durch die Zelle schickt. Die Richtung des entstehenden Gleichstroms kommutiert sich mit der des Wechselstroms. Bedingung für das Auftreten der Gleichrichtung ist hier einzig, dass die beiden Halbwellen der Wechselspannung ungleiche Höhe (bei sonst gleicher Fläche) aufweisen. Auch der Strom eines mit sinusförmigem Wechselstrom gespeisten Transformators lässt sich verwenden, falls man in den Primärstrom eine Graetzsche Ventilzelle einschaltet und damit den Sekundärstrom verzerrt. Die Richtung des Gleichstroms lässt sich wiederum durch Kommutieren der Graetzschen Zelle umkehren. Eine Selenzelle ist also ein Indikator für die Unsymmetrie der Wechselstromhalbwellen.

Die Verhältnisse im Selen lassen sich durch ein hydrodynamisches Modell veranschaulichen. Man muss nur annehmen, dass der Rohrquerschnitt der Leitung kein konstanter sondern ein vom hydrostatischen Druck abhängiger ist (Kautschukschlauch). Dies entspricht dem Umstand, dass der Selenwiderstand eine Funktion der angelegten elektrischen Spannung ist. Ganz allgemein tritt die genannte Gleichrichtung immer dann auf, wenn das Ohmsche Gesetz für einen Leiter keine Gültigkeit hat. Hieraus resultiert eine äusserst einfache Methode, um die Gültigkeit des Ohmschen Gesetzes für irgend einen Körper nachzuweisen. Die Ungültigkeit für Gasentladungen ist z. B. an der Glühlampenröhre zu ersehen. Mit dem Strom aus einem Induktor leuchtet nur die eine Glühlampe!

Alle beschriebenen Gleichrichtereffekte geben keinen konstanten sondern nur einen pulsierenden Gleichstrom. Ein Apparat, der Graetzsche Ventilzellen und Kondensatoren in geeigneter Schaltung enthält, liefert konstanten Gleichstrom. Beschickt man ihn z. B. mit 3000 Volt Wechselspannung, so erhält man ca. 6000 Volt Gleichspannung (beides am Braunschen Elektrometer ablesbar). Der Strom aus diesem Gleichrichter lässt sich mit Hilfe der Glimmlichtröhre untersuchen. Man erhält ein kontinuierliches blaues Lichtband, unabhängig davon, ob der Apparat mit sinusförmigem oder einseitig verzerrtem Wechselstrom (Induktorstrom) gespeist wird. Legt man die Spannung an zwei Metallplatten, zwischen denen eine Kerzenflamme brennt, so neigt sich die Flamme vollständig nach der einen Seite hin. Nach Kommutieren der Spannung erfolgt die Ablenkung entsprechend nach der anderen Seite. Eine Reihe von Entladungsröhren (Kathoden-, Kanal- und Anodenstrahlen, Spektralröhren) wurden in Verbindung mit dem neuen Gleichrichter demonstriert. Es liegt nahe, die Einrichtung auch zum Betriebe von Röntgenröhren zu verwenden, insbesondere, da hier ein Transformator von der halben Betriebsspannung ausreicht. Indessen muss hierzu erst ein Modell ausgeführt werden, das noch wesentlich höhere Spannungen (ca. 150000 Volt) erzeugt. (Autoreferat).

Der Vorsitzende verdankt den interessanten Vortrag, die wohlgelungenen Demonstrationen und die Überlassung des Lokales aufs beste.

Der Sektretär: Dr. A. Kienast.

Protokoll der Sitzung vom 24. November 1919

abends 8 Uhr auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Dr. E. Rübel. Anwesend 84 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt.
2. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren
   am 15. 11. 19 Herrn Prof. Dr. A. Werner, dessen hervorragende Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie durch den Nobelpreis ausgezeichnet wurden, 1894—99 Sekretär, 1906—8 Präsident unserer Gesellschaft und
   am 18. 11. 19 Herr Prof. Dr. A. Hurwitz, Mitglied seit 1892.
   Die Anwesenden erheben sich zu ihren Ehren.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
   Herr Dr. Emil Stähelin, Zahnarzt, Küsnacht, angemeldet durch Herrn Dr. G. Huber-Pestalozzi.
   Herr Dr. Markus Staehelin, Assistent für Botanik, Turnerstr. 2, Zürich 6, angemeldet durch Herrn Dr. Rübel.
   Herr Dr. Franz Tank, Privatdozent, Assistent für Physik, Sprensenbühlstrasse 8, Zürich 7, angemeldet durch Herrn Prof. Dr. E. Meyer.
   Herr Emanuel O. Falkeisen-Escher, Kaufmann, Seilergraben 1, Zürich 1, angemeldet durch Herrn Dr. Rübel.
4. Vortrag von Herrn Dr. Josias Braun-Blanquet:

Über die eiszeitliche Vegetation des südlichen Europa.

Im Laufe der Quartärperiode hat die Vegetation ganz bedeutende Verschiebungen und Änderungen erlitten, die ihre Ursache in den mehrmals sich wiederholenden Klimaschwankungen hatten. Auf die mit pliozänen, subtropischen Elementen gemischte Flora des untern Quartär (Ablagerungen von Durfort und Monte Mario) folgt die Flora von La Celle und La Perle von feuchtwarmem Charakter. Die fossilen Pflanzenlager von La Celle sind älter als die älteste menschliche Kulturstufe (Chelléen). Zeugen der Rissvergletscherung sind die Schieferkohlen von Jarville bei Nancy und Bois-l'Abbé bei Epinal, die von bis 7½ m mächtigen Diluvialschottern überlagert sind, worin Überreste des Mammuth aufgefunden wurden. Die glaziale Flora zeigt boreal-alpines Gepräge, Lärche

Versuch einer Synchronisierung des Quartär im südwestlichen Europa.

Geolog. Alter	Marine Ablagerungen. Stufen nach Depéret 1918/19	Molluskenfauna des Mittelmeeres nach Depéret	Eiszeiten	Aufschüttungsterrassen	Kulturstufen des Urmenschen	Wirbeltierfauna	Vorherrschende Vegetation	Wahrscheinliches Klima
Jungquartär	—	—	Postglazial	—	Neolithikum	Grosse Säuger fehlen	Koniferen u. Laubwald	—
Mittleres Quartär	**Monastirien** Strandlinie 18—20 m	mediterran, wenig von der heutigen verschieden	Würm-Eiszeit	Niederterrasse Loireterrasse 15 m	Magdalénien Solutréen Aurignacien Moustérien II	Elephas primigenius Rhinoceros tichorhinus, Rangifer tarandus, Ursus arctos, Arctyomis marmotta Ovibos moschatus etc.	**Nadelwald** mit borealsubalpinem Einschlag; Zwergstrauchheiden, Moore: Nordschweiz, St. Jakob a. Birs, Lasnez Cléry (?), Gardasee. Falllaub u. Hartlaub: St. Antonin, Belgencier.	Kalt und eher extrem
	Thyrrhénien Strandlinie 28—30 m	Einwanderung einer wärmebedürftigen Fauna von subtrop. Charakter: Strombus bubonius, Cardita senegalensis. Natica Turtoni, N. lactea. Tapes senegalensis etc.	Letzte Interglazialzeit	Loireterrasse 35 m	Moustérien I Acheuléen Chelléen	Elephas antiquus Rhinoceros Merckii, Ursus spelaeus, Hyaena spelaea, Trogontherium Cuvieri etc.	**Laubwald** von mitteleurop.-ozean. Charakter: Resson, Pont à Mousson, La Sauvage, Flurlingen, Besac, Pianico-Sellere, Hötting. Im Mediterrangebiet Lorbeerwald: Montpellier, Aygalades, Meyrargues.	Gemässigt, feucht, ozeanisch
	—	—	Risseiszeit	Mittelterrasse	—	Elephas primigenius (?)	**Nadelwald** mit borealalpinem Einschlag; Zwergstrauchgebüsche, Moore: Bois-l'Abbé, Jarville.	Kalt und (wenigstens lokal) relativ trocken und extrem

Älteres Quartär		**Milazzien** Strandlinie 55—60 m	Fauna von warm-temperiertem Charakter, bezeichnend durch aussergewöhnl. Grösse einiger Arten: Mytilus galloprovincialis v. herculea, Pecten pes felis etc.	Mindel-Riss Interglazialzeit	Hochterrasse Loireterrasse 55—60 m	—	Elephas meridionalis Megaceros hibernicus, Equus Stenonis Trogontherium Cuvieri etc.	**Misch-Laubwald** von mediterran-atlantischem Charakter: La Celle, La Perle, Leffe (?)	feucht-ozeanisch und warm
		Sizilien Strandlinie 90—100 m	Maximum der nördlichen (boréo-atlantischen) Arten: Cyprina islandica, Mya truncata, Panopaea norvegica, Trichotropis borealis etc.	Mindel-Eiszeit	Jüngerer Deckenschotter Loireterrasse 90—100 m	—	—	—	—
		—	—	Günz-Mindel-Interglazialzeit	—	—	Elephas meridionalis Hippopotamus major Equus Stenonis, Cervus carnutorum etc. (St. Prestien).	**Lorbeer- und Mischlaubwald** mit pliocänem Einschlag: Durfort, Monte Mario.	Warm und feucht
	Jungpliozän einiger Autoren	**Calabrien**	Erste Einwanderung nördlicher (boréo-atlantischer) Arten: Cyprina islandica, Buccinum undatum, Neptunea sinistrorsa etc. Wenige pliozäne Arten (Arca mytiloides, Turitella tornata Cancellaria hirta etc.) dauern noch aus.	Günz-Eiszeit	Älterer Deckenschotter	—	Mastodon, arvernensis, Elephas meridionalis, Rhinoceros etruscus, Tapirus arvernensis etc. (Villafranchien)	—	—

und Bergföhre waren waldbildend. Mit ihnen wuchsen Loiseleuria procumbens, Elyna myosuroides etc. In diese Zeit fällt ein reger Florenaustausch zwischen den mitteleuropäischen Gebirgen unter sich und mit dem Norden. Auf die Kälte fordernde Pflanzengesellschaft der Risseiszeit folgen die Linden-Ahornwälder der letzten Interglazialzeit, die auf ozeanisches, feuchtes, gemässigtes Klima schliessen lassen. Nadelwald scheint fast nur im Bereich der Alpen und ihrer Umgebung bestanden zu haben. Es ist anzunehmen, dass in dieser Zeit ein Vorstoss der empfindlichen, feuchtigkeitsliebenden atlantischen Flora gegen Osten stattgefunden hat. Einzelne atlantische Arten drangen bis ins östliche Mittelmeerbecken vor, wo sie sich, z. T. durch gewaltige Lücken vom westlichen Hauptareal getrennt, noch erhalten haben. Dass damals auch im Mittelmeergebiet ein feucht-ozeanisches Klima herrschte, bezeugen die südfranzösischenTuffe, worin Bäume mit ozeanischen Klimaansprüchen vorherrschen Lorbeerwälder müssen bestanden haben, an Stellen wo heute die trockenharten Eichen Quercus Ilex und Q. coccifera dominieren. Die letzte grosse Vergletscherung ist von veränderten Klimaverhältnissen begleitet, die wieder ein Vorherrschen der Nadelbäume begünstigen. Die Fichte scheint sogar ziemlich weit südwärts gereicht zu haben, denn in der Magdaleniergrotte „la Salpetrière“ unweit Remoulins (Gard) wurde auf Rentierknochen die gut ausgeführte Zeichnung einer Fichte entdeckt.

Da die genaue Altersbestimmung der einzelnen Ablagerungen von grösster Wichtigkeit ist, müssen hiezu in jedem Fall sowohl die stratigraphischen Befunde als auch — soweit möglich — palethnologische, zoologische und botanische Daten eingewertet werden. Die auf solche Weise erhaltenen Resultate zu übersichtlicher Darstellung zu bringen, ist auf nebenstehender Tabelle versucht.

(Autoreferat.)

In der Diskussion weist Herr Dr. Thellung auf die Bedeutung der vom Vortragenden ausgeführten vergleichenden Studien hin und geht auf einige Spezialfragen ein. Prof. Heim, der Vortragende, Prof. Schardt und Dr. Gams machen Bemerkungen zur Frage, ob den Interglazialzeiten ozeanisches oder kontinentales Klima entspreche.

Der Vorsitzende verdankt den interessanten Vortrag bestens.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Protokoll der ausserordentlichen Hauptversammlung

vom 8. Dezember 1919, abends 8 Uhr

im grossen Hörsaal des Biologischen Institutes der Universität.

Vorsitzender: Dr. E. Rübel. Anwesend 134 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an die Autoreferenten und den Sekretär.
2. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

   Herr Dr. med. Ernst Farner, Arzt, Vogelsangstr. 3, Zürich 6, angemeldet durch Herrn Dr. R. Klinger.

   Frau Mary Ellen Staub-Elmenhorst, Bahnhofstr. 72, Zürich 1, angemeldet durch Herrn Dr. E. Rübel.

   Herr Aurèle Graber, cand. phil., Schützengasse 32, angemeldet durch Herrn Dr. E. Rübel.

3. Ergänzung der Statuten. Die Schweiz. Naturf. Gesellschaft hat sich in der Jahresversammlung 1919 in Lugano neue Statuten gegeben, in denen ihre Beziehungen zu den bisherigen Tochtergesellschaften und Sektionen erweitert und in feste Form gebracht wurden. Diese neuen Bestimmungen machen eine Vervollständigung unserer Statuten notwendig. Der Vorsitzende erläutert die sich daraus ergebenden Zusätze. Der Vorstand schlägt gleichzeitig einen vom Vorstehenden gänzlich unabhängigen Zusatz zum § 8 vor. Er soll die Möglichkeit schaffen, dass Mitglieder unserer Gesellschaft auf Lebenszeit aufgenommen werden können, da sich für diese Institution mehrfach Interesse gezeigt hat.

   Die Versammlung genehmigt die vorgelegten Ergänzungen der Statuten.[1]

4. Wahlen (infolge der Annahme der Statutenergänzungen und infolge Entlastungsgesuches des Sekretärs.)

   Es werden gewählt:
   als Abgeordneter in den Senat der S. N. G. Prof. Dr. W. Frei;
   als Stellvertreter dieses Abgeordneten Prof. Dr. O. Schlaginhaufen;
   als Sekretär Prof. Dr. O. Schlaginhaufen;
   als Beisitzer Dr. A. Kienast.

5. Vortrag von Herrn Dr. Adolf Naef:

Bilder vom Bau und Leben der Tintenfische.

(Mit Projektionen.)

Die lebenden Cephalopoden oder „Tintenfische" (etwa 400 Arten gegen 9000 fossile) sind mit Ausnahme der Gattung *Nautilus* Dibranchiaten (Zweikiemer) und schliessen sich einem bis ins Einzelne festzustellenden idealen Typus an, der seinerseits aus dem der Tetrabranchiaten (Nautilusartigen) herzuleiten ist Zu diesem stellt er sich durch eine Anzahl von Besonderheiten in Gegensatz: Umwachsung der Schale und Ablagerung einer „Scheide" auf deren Aussenseite, Verwachsung der beiden Trichterhälften, Reduktion der Kiemenzahl, Ausbildung von Saugnäpfen auf den Armen, Entwicklung von Augenlinse, Iris und Cornealfalte (letztere aus den Armbasen, welche bei Nautilus und Embryonen der Dibranchier den Augapfel umstellen), den Besitz eines Chromatophormapparates (Farbwechsel) und eines Tintenbeutels. Besonders bezeichnend für die Schale aller Zweikiemer ist die Verkümmerung mindestens der ventralen Partien der Wohnkammerwand und der Ersatz derselben durch ein neues Organ, den „Muskelmantel", durch welchen der Bewegungsmechanismus (Verengung der Mantelhöhle, Ausstossen des Wassers durch den Trichter, Rückstoss) ausserordentlich vervollkommnet wird.

Innerhalb der Dibranchiaten differenziert sich dieses Organ in verschiedener Weise: Unter den Decapoden besassen die „Belemnoidea" (Belemnitenartige) noch die typische Kammerschale und von der Wohnkammer derselben noch die dorsale Partie oder Rückenplatte (Proostracum). Die „Teuthoidea" (kalmar-artigen) behielten diese letztere bei, von der Kammerschale aber nur den unbedeutenden, ungekammerten „Endconus", der bei dem Jugendstadium oft noch stärkere Entwicklung zeigt. Die primitiven „Sepioidea" (Sepia-artige) haben eine ventral eingekrümmte Kammerschale, die in den Hinterleib hineingeschoben wird, so dass der Muskelmantel aussen an Teilen der Scheide ansetzen muss. — Bei den Octopoden nimmt, nach mehr oder weniger vollständiger Verkümmerung der inneren Schale, von der sich embryonale Reste (Schalensäcke) stets nachweisen lassen, der Muskelmantel den ganzen Umfang des sackartigen Hinterkörpers ein. —

---

[1] Die neuen Statuten sind in diesem Heft auf Seite XLVII—LII abgedruckt.

Besonderes Interesse gewinnt im Zusammenhang dieser Ordnung die Familie der Argonautiden, bei der eine problematische Neubildung auftritt: 1) *Tremoctopus violaceus* erzeugt (durch Drüsen der Arme?) knebelartige Körper, an denen er seine Eier befestigt und mitträgt. Bei *Ocythoë tuberculata* bemächtigt sich das Männchen einer leeren Salpentonne, um darin als nectorischer Diogenes herumzureisen. Bei *Argonauta* argo bildet das Weibchen eine zuerst kahnartige Schale, in der es später seine Eier absetzt. Sie wird, völlig unabhängig von den Rudimenten der inneren Schale, durch drüsige Differenzierungen der Dorsalarme erzeugt, fehlt den wie normale Octopoden aussehenden Jugendstadien völlig und erlangt erst im Verlauf späterer Entwicklung eine seltsame Ähnlichkeit mit Ammonitengehäusen. — Vermutlich diente den Vorfahren eine fremde Molluskenschale als mitreisender Brutbehälter (wie bei *Octopus Digueti*!) an dem die Laiche (wie bei allen Octopoden am Brutort!) durch eigene Sekrete befestigt wurden. Damit waren die phylogenetischen Voraussetzungen für die Einführung selbständiger Erzeugung eines Apparates wie der Argonautaschale gegeben, dessen unvermittelt auftauchende Formvollendung freilich weitere interessante Probleme stellt.

Die Mannigfaltigkeit der z. T. sehr schönen Typen von Tintenfischen wurde durch farbige Bilder und Zeichnungen erläutert und besondere Aufmerksamkeit den Erscheinungen des Farbenwechsels und des Leuchtens der Tiefseeformen geschenkt. Die durchwegs eigenen und vielfach neuen Beobachtungen sind einem in Publikation begriffenen Werk (Monographie der Cephalopoden in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel) des Vortragenden entnommen.

(Autoreferat).

Der Vorsitzende verdankt den Vortrag mit den interessanten Bildern und die Überlassung des Lokales herzlich.

Der Vorsitzende teilt noch mit, dass Herr Dr. Meyer aus dem Nachlasse von Herrn Prof. Markwart der Gesellschaft ca. 50 Bände naturwissenschaftlichen Inhalts überwiesen habe und spricht für diese Gabe herzlichen Dank aus.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Statuten
der
Naturforschenden Gesellschaft
# in Zürich.

Zweck und Tätigkeit der Gesellschaft.

§ 1.

Die Naturforschende Gesellschaft in Zürich ist im Sinne des Art. 60 und ff. des Z. G. B. ein Verein zur Förderung der Naturwissenschaften und zur Verbreitung der Naturerkenntnis. Diese Zwecke sucht sie insbesondere zu erreichen:

1. Durch Vorträge und Mitteilungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften und durch Exkursionen;
2. durch Herausgabe periodischer Publikationen naturwissenschaftlichen Inhaltes;
3. durch Unterstützung naturwissenschaftlicher Forschungen.

Als Mitglieder der Gesellschaft können Freunde der Naturwissenschaften aufgenommen werden, die zur Erreichung des genannten Zweckes beitragen wollen.

Organisation der Gesellschaft.

§ 2.

Die Organe der Gesellschaft sind:
- a) die Hauptversammlung (vergl. § 3),
- b) der Vorstand (vergl. § 5),
- c) die Rechnungsrevisoren (vergl. § 10).

Die Hauptversammlung der Gesellschaft.

§ 3.

Die Hauptversammlung findet alljährlich im Anfang des Sommersemesters, spätestens im Mai statt. In derselben legt der Quästor die Rechnung und das Budget vor, die Rechnungsrevisoren teilen das Resultat ihrer Prüfung mit und stellen bezüglichen Antrag. Der Sekretär berichtet über die wissenschaftliche Tätigkeit und den Bestand der Gesellschaft, der Redaktor über seine Tätigkeit. In derselben Sitzung werden die nötigen Wahlen und allfällige Statutenänderungen vorgenommen.

Nötigenfalls kann eine ausserordentliche Hauptversammlung durch den Vorstand einberufen werden.

Sitzungen der Gesellschaft.

§ 4.

Die Gesellschaft versammelt sich in der Regel im Winter alle 14 Tage, im Sommer ein- bis dreimal. In diesen Sitzungen werden über Gegenstände aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften Vorträge gehalten oder kleinere Mitteilungen gemacht, allfällig unter Erläuterung durch Vorweisungen oder Experimente.

Das Protokoll der vorhergehenden Sitzung ist zu genehmigen.

Für den Sommer sind ein bis zwei Exkursionen oder Besichtigungen vorzusehen.

Der Vorstand.

§ 5.

Der Vorstand besteht aus Präsidenten, Vizepräsidenten, Quästor, Sekretär, Redaktor, dem Vertreter in der Kommission der Zentralbibliothek, dem Abgeordneten in den Senat der S. N. G. und zwei bis drei Beisitzern. Er versammelt sich nach Bedürfnis auf Einladung des Präsidenten oder auf Wunsch zweier Mitglieder.

Zur Vertretung der Gesellschaft, sowie zur verbindlichen Unterschrift sind der Präsident oder sein Stellvertreter zusammen mit einem anderen Vorstandsmitgliede ermächtigt.

Die einzelnen Funktionäre handeln im übrigen nach den Weisungen des Vorstandes; sie können die laufenden Korrespondenzen ihres Amtes selber unterzeichnen.

Der Vorstand ist ermächtigt, nach Bedürfnis einen Abwart oder andere Hülfskräfte anzustellen.

§ 6.

Der Präsident leitet sowohl die Versammlungen der Gesellschaft als auch diejenigen des Vorstandes und veranstaltet die Exkursionen. Er hat dafür zu sorgen, dass in den Sitzungen Vorträge gehalten oder Vorweisungen gemacht werden.

Der Quästor besorgt die Finanzen der Gesellschaft. Die Jahresrechnung ist auf Ende Dezember abzuschliessen und mit dem Budget spätestens vier Wochen vor der Hauptversammlung dem Vorstand zur Genehmigung vorzulegen. Die Jahresrechnung geht alsdann an die Rechnungsrevisoren.

Der Quästor hat ein Inventar über das gesamte Gesellschaftsvermögen zu führen.

Der Sekretär führt in den Versammlungen der Gesellschaft und des Vorstandes das Protokoll; er hält ein genaues Verzeichnis der Mitglieder und ein Merkbuch über Rechte und Pflichten der Gesellschaft, Protokollbeschlüsse usw. und besorgt die Korrespondenz; er erstattet in der Hauptversammlung Bericht über Bestand und Tätigkeit der Gesellschaft.

Der Redaktor besorgt die Herausgabe der von der Gesellschaft beschlossenen Veröffentlichungen, insbesondere der „Vierteljahrsschrift“ und des „Neujahrsblattes“, und berichtet darüber in der Hauptversammlung.

Der Vertreter in der Kommission der Zentralbibliothek vertritt die Interessen der Gesellschaft in der Zentralbibliothek gemäss § 12 der Statuten der Stiftung, im Sinne des Schenkungsvertrages vom 31. Mai 1915 und im Hinblick auf die Anschaffungen der Bibliothek auf naturwissenschaftlichem Gebiete.

Der Abgeordnete in den Senat der S. N. G. oder sein Stellvertreter (siehe § 15 der Statuten der N. G. Z.) vertritt die Zweiggesellschaft im Senat der S. N. G. im Sinne der §§ 12—15 ihrer Statuten.

Mitgliedschaft.

§ 7.

Die Gesellschaft besteht aus:

Ehrenmitgliedern,
Korrespondierenden Mitgliedern,
Ordentlichen Mitgliedern,
Freien ausländischen Mitgliedern.

§ 8.

Ordentliche Mitglieder. Wer in die Gesellschaft aufgenommen zu werden wünscht, wird auf sein Gesuch von einem Mitglied mündlich oder schriftlich beim Präsidenten oder Sekretär angemeldet. Die Anmeldung wird auf der Einladung zur nächsten Sitzung bekannt gegeben. Gehen bis dahin beim Vorstande keine Einsprachen ein, so wird der Bewerber in der nächsten Sitzung als Mitglied erklärt. Über Einsprachen entscheidet der Vorstand nach Prüfung der Gründe. Gegen dessen Entscheid kann von seiten der Mitglieder an die Gesellschaft rekurriert werden.

Jedes neu aufgenommene Mitglied erhält eine vom Präsidenten und vom Sekretär unterzeichnete Mitgliedkarte.

Ordentliche Mitglieder bezahlen einen Jahresbeitrag von 20 Fr.; sie erhalten die „Vierteljahrsschrift“ und das „Neujahrsblatt“ unentgeltlich. Durch einmalige Einzahlung von 400 Fr. kann die Mitgliedschaft auf Lebenszeit erworben werden.

Die ausserhalb der Stadt Zürich wohnenden ordentlichen Mitglieder bezahlen auf Wunsch einen Jahresbeitrag von nur 7 Fr., in welchem Falle sie keinen Anspruch auf unentgeltlichen Bezug der „Vierteljahrsschrift“ haben, jedoch das „Neujahrsblatt“ unentgeltlich erhalten.

Beim Eintritt in die Gesellschaft ist die den kommenden Quartalen entsprechende Quote des Jahresbeitrages zu bezahlen. Wer die statutengemässen Beiträge nicht bezahlt, hört auf, Mitglied der Gesellschaft zu sein.

§ 9.

Ehrenmitglieder werden auf Antrag des Vorstandes in der Hauptversammlung der Gesellschaft durch offene Abstimmung mit Zweidrittel-Mehrheit gewählt. Jedes Mitglied hat das Recht, dem Präsidenten zuhanden des Vorstandes bezügliche Vorschläge zu machen.

Korrespondierende Mitglieder werden auf Vorschlag eines oder mehrerer Mitglieder und auf den Antrag des Vorstandes mit Zweidrittel-Mehrheit in offener Abstimmung gewählt; die Wahl kann in jeder Sitzung vorgenommen werden.

Freie ausländische Mitglieder. Der Vorstand ist ermächtigt, Mitgliedern, die zufolge Wegzuges aus der Schweiz ihren Abschied als ordentliche Mitglieder der Gesellschaft nehmen, die Eigenschaft eines „Freien ausländischen Mitgliedes“ auf die Dauer von zehn Jahren und erneuerbar anzubieten. Solche Mitglieder kann der Vorstand von sich aus jederzeit wieder als ordentliche Mitglieder aufnehmen. Die freien ausländischen Mitglieder haben weder Rechte noch Pflichten.

Die Veröffentlichungen der Gesellschaft gehen den Ehren- und korrespondierenden Mitgliedern unentgeltlich zu. Die freien ausländischen Mitglieder erhalten keine Veröffentlichungen.

Wahlen.

§ 10.

Der Vorstand wird von der Hauptversammlung in geheimer Abstimmung und mit absolutem Mehr gewählt. Der Präsident, der Vizepräsident und die Beisitzer werden auf zwei Jahre, der Quästor, der Sekretär, der Redaktor und der Vertreter in der Kommission der Zentralbibliothek und der Abgeordnete in den Senat der S. N. G., sowie dessen Stellvertreter (siehe § 15 der Statuten der N. G. Z.), der nicht dem Vorstand anzugehören braucht, auf sechs Jahre gewählt; nur der Präsident ist unmittelbar nach Ablauf seiner Amtsdauer für dasselbe Amt nicht wieder wählbar.

Der Delegierte an die Mitgliederversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (siehe § 15) wird von der Hauptversammlung in offener Abstimmung jedes Jahr gewählt.

Die beiden Rechnungsrevisoren werden von der Hauptversammlung in offener Abstimmung auf zwei Jahre gewählt.

Vermögen der Gesellschaft.

§ 11.

Das Vermögen der Gesellschaft besteht aus:

a) dem Stammkapital von 70,000 Fr., das nicht angegriffen werden darf,

b) den verfügbaren Mitteln,

c) dem beweglichen und unbeweglichen Besitz an Naturdenkmälern (erratische Blöcke), an Druckschriften usw.

Die Kapitalien sind in sichern Wertschriften zinstragend anzulegen und in offenem Depot bei der Zürcher Kantonalbank aufzubewahren.

§ 12.

Die Rechnungsrevisoren haben die Jahresrechnung und die gesamte Vermögensverwaltung der Gesellschaft zu prüfen und hierüber dem Vorstand zuhanden der Hauptversammlung schriftlich Bericht zu erstatten.

Die Bibliothek.

§ 13.

Die Bibliothek ist der Zentralbibliothek durch Vertrag vom 31. Mai 1915 schenkungsweise abgetreten worden. Im Falle der Aufhebung der Stiftung „Zentralbibliothek“ fallen die sämtlichen, von der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich eingeworfenen Bestände samt Zuwachs unbelastet ins Eigentum der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich zurück. Laut Schenkungsvertrag ist den Mitgliedern der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich die Benützung der gesamten Zentralbibliothek möglichst zu erleichtern.

Das Archiv.

§ 14.

Das Archiv befindet sich im Gebäude der Zentralbibliothek, die der Gesellschaft gemäss Schenkungsvertrag ein Lokal zur Verfügung stellt. Das Archiv steht unter der Aufsicht des Vorstandes.

Schweizerische Naturforschende Gesellschaft.

§ 15.

Die Naturforschende Gesellschaft in Zürich ist eine Zweiggesellschaft der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (S. N. G.), deren Statuten in den §§ 12—15 folgendes bedingen:

Die N. G. Z. wählt einen Abgeordneten und einen Stellvertreter in den Senat der S. N. G.; beide müssen Mitglieder der S. N. G. sein.

Sie kann einen Delegierten an die Mitgliederversammlung der S. N. G. entsenden.

Sie hat das Recht, Vorschläge für neu in die S. N. G. aufzunehmende Mitglieder dem Zentralvorstand einzusenden.

Dem Zentralvorstand der S. N. G. ist ein Jahresbericht der N. G. Z., sowie das Mitgliederverzeichnis einzusenden und jeweilen die Ergebnisse der Neuwahlen des Präsidenten der N. G. Z., des Abgeordneten in den Senat der S. N. G. und seines Stellvertreters anzuzeigen. Änderungen der Statuten sind dem Zentralvorstand der S. N. G. durch Übersenden von zwei Exemplaren zur Kenntnis zu bringen.

Die Mitgliedschaft der S. N. G. ist nicht in derjenigen der N. G. Z. enthalten, sondern wird besonders erworben.

Schlussbestimmungen.

§ 16.

Die Revision der Statuten kann nur durch die Hauptversammlung geschehen. Abänderungsanträge sind mindestens einen Monat vorher dem Präsidenten zuhanden des Vorstandes schriftlich einzureichen.

Laut Vertrag mit der Stadt Zürich vom 8. April 1916 geht im Falle der Auflösung der Gesellschaft das Vermögen in das Eigentum der Zentralbibliothek über. Sollte diese dannzumal nicht mehr bestehen, so tritt die Stadt an deren Stelle.

Diese Statuten ersetzen diejenigen vom 8. Mai 1916.

Angenommen in der ausserordentlichen Hauptversammlung vom 8. Dezember 1919 im grossen Hörsaale des Biologischen Institutes der Universität.

Der Präsident:
Dr. E. Rübel.

Der Sekretär:
Dr. A. Kienast.

Verzeichnis der Mitglieder
der
Naturforschenden Gesellschaft in Zürich,
abgeschlossen am 31. Dezember 1919.

I.
Präsidenten der Gesellschaft.[1])

1746—1790	**Johannes Gessner,** Dr. med., Chorherr, Professor der Physik und Mathematik.
1790—1803	**Hans Caspar Hirzel,** Dr. med., Stadtarzt und Ratsherr.
1803—1812	**Joh. Heinrich Rahn,** Dr. med., Chorherr.
1812—1831	**Paul Usteri,** Dr. med., Arzt, Naturforscher und Staatsmann.
1831—1834	**Joh. Caspar Horner,** Dr. phil., Professor der Mathematik, Forschungsreisender.
1834—1847	**Heinr. Rudolf Schinz,** Dr. med., Arzt und Professor der Naturwissenschaften.
1847—1849	**Albert Mousson,** Dr. phil., Professor der Physik.
1849—1851	**Oswald Heer,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1851—1853	**Arnold Escher von der Linth,** Dr. phil., Professor der Geologie.
1853—1855	**Albert Mousson,** Dr. phil., Professor der Physik.
1855—1857	**Heinrich Frey,** Dr. med., Professor der Zoologie.
1857—1859	**Albert Mousson,** Dr. phil., Professor der Physik.
1859—1861	**Rudolf Clausius,** Dr. phil., Professor der Physik.
1861—1863	**Arnold Escher von der Linth,** Dr. phil., Professor der Geologie.
1863—1865	**Oswald Heer,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1865—1867	**Albert Mousson,** Dr. phil., Professor der Physik.
1867—1869	**Gustav Zeuner,** Dr. phil., Professor der Mechanik.
1869—1870	**Pompejus Bolley,** Dr. phil., Professor der Chemie.
1870—1872	**Johannes Wislicenus,** Dr. phil., Professor der Chemie.
1872—1874	**Carl Culmann,** Dr. phil., Professor der Ingenieurwissenschaften
1874—1876	**Ludimar Hermann,** Dr. med., Professor der Physiologie.
1876—1878	**Carl Cramer,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1878—1880	**Albert Heim,** Dr. phil., Professor der Geologie.
1880—1882	**Heinrich Friedrich Weber,** Dr. phil., Professor der Physik.
1882—1884	**Eduard Schär,** Dr. phil., Professor der Pharmacie.
1884—1886	**Wilhelm Fiedler,** Dr. phil., Professor der darstellenden Geometrie.
1886—1888	**Albert Heim,** Dr. phil., Professor der Geologie.

---

[1]) Die historischen Angaben sind der von Prof. Dr. F. Rudio verfassten Geschichte unserer Gesellschaft entnommen, die den ersten Band der „Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1746—1896“ (zugleich 41. Jahrgang der „Vierteljahrsschrift“) bildet. Diese Arbeit (274 Seiten und 6 Tafeln) gibt ein getreues Bild der Entwicklung unserer Gesellschaft während der ersten 150 Jahre ihres Bestehens und ist zugleich ein interessantes Stück Zürcher Kulturgeschichte. Sie ist bei der Buchhandlung Beer & Co., Peterhofstatt, Zürich, zum Preise von Fr. 10.— zu beziehen. Der 2. Band der Festschrift, zum selben Preise erhältlich, besteht aus 35 wissenschaftlichen Abhandlungen aus den Gebieten der Mathematik, Geodäsie und Astronomie, Physik, Chemie und Pharmacie, Mineralogie und Geologie, Botanik, Zoologie, Medizin. Er umfasst 598 Seiten und 14 Tafeln.

Der Vorstand.

1888—1890 **Carl Schröter,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1890—1892 **Heinrich Friedrich Weber,** Dr. phil., Professor der Physik.
1892—1894 **Georg Lunge,** Dr. phil., Professor der Chemie.
1894—1896 **Alfred Kleiner,** Dr. phil., Professor der Physik.
1896—1898 **Wilhelm Ritter,** Dr. phil., Professor der Ingenieurwissenschaften.
1898—1900 **Ferdinand Rudio,** Dr. phil., Professor der Mathematik.
1900—1902 **Jakob Escher-Kündig,** Dr. phil. h. c., Kaufmann und Naturforscher.
1902—1904 **Arnold Lang,** Dr. phil., Professor der Zoologie.
1904—1906 **Ulrich Grubenmann,** Dr. phil., Professor der Mineralogie.
1906—1908 **Alfred Werner,** Dr. phil., Professor der Chemie.
1908—1910 **Max Standfuss,** Dr. phil., Professor der Zoologie.
1910—1912 **Carl Schröter,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1912—1914 **Emil Huber-Stockar,** Ingenieur.
1914—1916 **Martin Rikli,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1916—1918 **Emil Bosshard,** Dr. phil., Professor der Chemie.
1918—1920 **Eduard Rübel,** Dr. phil., Privatdoz. der Botanik.

II.

Sekretäre.[1]

1746—1752 **Hans Ulrich von Blaarer** (ökonomischer Sekretär, auch Notar genannt) und **Hans Conrad Heidegger** (wissenschaftlicher Sekretär).

1752—1759 **Hans Caspar Hirzel,** Dr. med., Stadtarzt. 1759—1778 **Salomon Schinz** Dr. med., Arzt und Naturforscher. 1778—1790 **Hans Rudolf Schinz,** Pfarrer und Naturforscher. 1790—1796 **Johann Heinrich von Orelli.** 1796—1799 **David Rahn,** Dr. med., Stadtarzt. 1799—1801 **Johann Jakob Cramer,** Pfarrer und Professor. 1801—1823 **Heinrich Rudolf Schinz,** Dr. med., Arzt und Professor der Naturwissenschaften. 1823—1835 **Hans Locher-Balber,** Dr. med., Professor der Medizin. 1835—1843 **Ferdinand Keller,** Dr. phil., Naturforscher und Archäolog. 1843—1847 **Albert Kœlliker,** Dr. med., Professor der Anatomie. 1847—1857 **Rudolf Heinrich Hofmeister,** Dr. phil., Professor der Physik. 1857—1860 **Hermann Pestalozzi-Bodmer,** Dr. med., Arzt. 1860—1870 **Carl Cramer,** Dr. phil., Professor der Botanik. 1870—1880 **August Weilenmann,** Dr. phil., Professor der Physik. 1880—1886 **Robert Billwiller,** Dr. phil., Direktor der meteorologischen Zentralanstalt. 1886—1892 **Adolf Tobler,** Dr. phil., Professor der Physik. 1892—1894 **Carl Fiedler,** Dr. phil., Privatdozent der Zoologie. 1894—1899 **Alfred Werner,** Dr. phil., Professor der Chemie. 1899—1906 **Karl Hescheler,** Dr. phil., Prof. der Zoologie. 1906—1912 **Emil Schoch-Etzensperger,** Dr. phil. 1912—1917 **Eduard Rübel,** Dr. phil., Geobotaniker. 1917—1919 **Alfred Kienast,** Dr. phil., Mathematiker. Von 1920 an **Otto Schlaginhaufen,** Dr. phil., Professor der Anthropologie.

III.

Quästoren.[2]

Quästoren des Lotterie- oder Hauptfonds.

1751—1787 **Caspar Scheuchzer.** 1788—1814 **Hans Conrad Lochmann.** 1814—1826 **Hans Jakob Pestalozzi.** 1826—1832 **Johann Jakob Hess.** 1832—1842 **Salomon Klauser.** 1842—1854 **Otto Rudolf Werdmüller.**

---

[1] In den ersten Jahren waren in den Statuten zwei Sekretariate vorgesehen, eines für die ökonomischen und eines für die wissenschaftlichen Geschäfte. Das erstere, auch Notariat genannt, wurde aber nach Rücktritt Ulrich von Blaarers, des ersten und einzigen Notars der Gesellschaft, mit dem wissenschaftlichen vereinigt.

[2] Bis zum Jahre 1854 besass die Gesellschaft zweierlei Quästoren, die des Brauchfonds (auch Quästor-Ausgeber genannt) und die des Lotteriefonds (auch Quästor-Einnehmer genannt). Den ersteren fiel bis zum Jahre 1833 zugleich das Vizepräsidium zu. Im Jahre 1854 wurden die beiden Quästorate vereinigt. Der erste, der das umgestaltete neue Amt übernahm, war Meyer-Ahrens.

Quästoren des Brauchfonds.

1746—1759 **Hans Conrad Meyer,** Staatsmann und Meteorolog. 1759—1790 **Hans Caspar Hirzel,** Dr. med., Stadtarzt. 1790—1803 **Johann Heinrich Rahn,** Dr. med., Chorherr. 1803—1811 **Diethelm Lavater,** Dr. med., Apotheker, Naturforscher und Staatsmann. 1811—1812 **Paul Usteri,** Dr. med., Arzt, Naturforscher und Staatsmann. 1812—1831 **Johann Caspar Horner,** Dr. phil., Professor und Forschungsreisender. 1831—1834 **Heinrich Rudolf Schinz,** Dr. med., Arzt und Professor. 1834—1841 **Leonhard Schulthess,** Kaufmann und Botaniker. 1841—1851 **Johann Jakob Usteri-Usteri,** Kaufmann. 1851—1854 **Adolf Salomon Pestalozzi,** Bankier.

1854—1858 **Conrad Meyer-Ahrens,** Dr. med., Arzt. 1858—1874 **Johann Caspar Escher-Hess,** Kaufmann und Naturforscher. 1874—1876 **Hans Rudolf Schinz-Vögeli,** Kaufmann und Naturforscher. 1876—1887 **Johann Caspar Escher-Hess,** Kaufmann und Naturforscher. 1887—1914 **Hans Kronauer,** Dr. phil., Mathematiker. Seit 1914 **Moritz Baumann-Naef,** Dr. phil.

IV.

Bibliothekare.

1754—1757 **Johann Jakob Köchlin,** Pfarrer. 1757—1764 **Hans Heinrich Schinz,** Kaufmann und Staatsmann. 1764—1774 **Leonhard Usteri,** Chorherr und Professor. 1774—1778 **Hans Conrad Heidegger,** Staatsmann. 1778-1780 **Johann Heinrich Waser,** Pfarrer. 1780-1792 **Heinrich Lavater,** Staatsmann. 1792—1837 **Christoph Salomon Schinz,** Dr. med., Arzt, Chorherr und Professor. 1837—1881 **Johann Jakob Horner,** Bibliothekar und Professor. 1881—1892 **Johann Friedrich Graberg,** Zeichenlehrer. 1881—1892 **Carl Ott,** Physiker. 1892—1915 **Hans Schinz,** Dr. phil., Professor der Botanik.

V.

Redaktoren der Vierteljahrsschrift.

1856—1893 **Rudolf Wolf,** Dr. phil., Professor der Astronomie.
1894—1912 **Ferdinand Rudio,** Dr. phil., Professor der Mathematik.
Seit 1912 **Hans Schinz,** Dr. phil., Professor der Botanik.

VI.

Vertreter in der Kommission der Zentralbibliothek.

Seit 1916 **Martin Rikli,** Dr. phil., Professor der Botanik.

VII.

Abgeordneter in den Senat der Schweiz. Naturf. Ges.

1920—1922 **Walter Frei,** Dr. med. vet., Professor.

VIII.

Ehrenmitglieder.[1])

			Mitglied seit	Ehrenmitglied seit
s Hr.	**Eberth, Karl Josef,** Dr. med., Prof. an der Universität, Ringbahnstrasse 111	Halensee	**1865**	1896
»	**Hantzsch, Arthur,** Dr., Prof. der Chemie an der Universität	Leipzig	1885	1896
s »	**Heim, Albert,** Dr., a. Prof. d. Geol. beider Hochschulen, Hofstrasse 100	Zürich 7	**1870**	1914

---

[1]) Die ältesten Mitglieder (17) die der Gesellschaft schon 40 Jahre angehören sind durch fettgedruckte Jahreszahlen ausgezeichnet.
Mitglieder, deren Namen mit *s* bezeichnet sind, sind zugleich Mitglieder der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft (255).

				Mitglied seit	Ehrenmitglied seit
	Hr.	**Kronauer, Hans,** Dr., Mathematiker d. Rentenanstalt, Klosbachstrasse 152	Zürich 7	1883	1912
s	»	**Rudio, Ferdinand,** Dr., Prof. der Mathematik an der techn. Hochschule, Höhestrasse 21	Zollikon b. Z.	1881	1912
s	»	**Sarasin, Fritz,** Dr., Zoologe, Spitalstrasse 22	Basel	—	1915
s	»	**Sarasin, Paul,** Dr., Zoologe, Spitalstrasse 22	Basel	—	1915
s	»	**Schinz, Hans,** Dr., Prof. der Bot. an der Universität, Seefeldstrasse 12	Zürich 8	1889	1915
s	»	**Schröter, Carl,** Dr., Prof. Bot. a. d. techn. Hochschule, Merkurstrasse 70	Zürich 7	**1878**	1919
s	»	**Schwarz, Hermann Amandus,** Dr., a. Prof. der Mathematik an der Universität, Humboldtstrasse 33	Grunewald b. Berlin	**1869**	1896
s	»	**Tschirch, Alexander,** Dr., Prof. (Bot., Pharm). an der Universität	Bern	—	1915

IX.

Korrespondierende Mitglieder.

				Mitglied seit	Korresp. seit
s	Hr.	**Margerie, Emmanuel de,** Geologe, Rue du Bac 110	Paris VII	—	1883
	»	**Bredig, Georg,** Dr., Prof. für Elektrochemie an der techn. Hochschule	Karlsruhe	1910	1911
	»	**Einstein, Albert,** Dr., Prof. Phys., Akademie der Wissenschaften	Berlin-Dahlem	1911	1911
s	»	**Willstätter, Richard,** Dr., Prof. Chem. an der Universität	München	1905	1912

X.

Ordentliche Mitglieder.

				Stadtkr. Zürich	Mitglied seit 1)
	Hr.	**Abegg, Karl,** Kaufmann	Zollikerstrasse 32	8	1910
	»	**Abegg-Kriech, Hermann,** Landwirt	Küsnacht	—	1918
s	»	**Abeljanz, Haruthian,** Dr., Prof. Chem. an der Univ.	Gladbachstrasse 67	7	1880
	»	**Ackerknecht, Eberhard,** Dr., Privatdoz., Prosektor a. vet.-anat. Institut	Streulistrasse 8	7	1911
s	»	**Adrian, Paul,** Dr., Versicherungs-Math.	Stockerstrasse 41	2	1919
	»	**Aebi, Max,** dipl. Ing.	Bergstrasse 132	7	1919
	»	**Aebly, Jakob,** Dr. med.	Riedtlistr. 19	6	1918
s	»	**Aeppli, August,** Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	Kronenstrasse 24	6	1889
s	»	**Agthe, Karl,** Dr., Dipl.-Ing.	Zürichbergstr. 45	7	1916
	»	**Alder, Max,** Prof. an der höhern Töchterschule	Gemeindestrasse 12	7	1913
s	»	**Amberg, Otto,** Dr.	Limmatquai 50	1	1903
s	»	**Ammann-Schwarzer, Albert,** Kaufmann	Wiedingstr. 14	3	1916
s	»	**Anderes, Ernst,** Dr. med. Privatdoz. f. Gynäkologie	Utoquai 37	8	1919
	»	**Andreae, Carl,** Ing.	Bürglistrasse 30	2	1918
s	»	**Arbenz, Paul,** Dr., Prof. Geol. an d. Univers. Bern. Neufeldstrasse 45	Bern	—	1905

---

1) Die Mitglieder sind gebeten, allfällige Adressenänderungen oder sonstige Korrekturen umgehend dem Quästor, Herrn Dr. M. Baumann-Naef, Tödistrasse 39, Zürich 2, und dem Sekretär Herrn Prof. Dr. O. Schlaginhaufen, Orellistr. 21, mitzuteilen.

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
s Hr.	**Arnold, Stefan,** Dr. med., Arzt	Limmatstrasse 50	5	1919
»	**Arnot, Robert,** Dr. chem., chem. Labor. d. Universität	Rämistrasse	6	1917
s »	**Bachmann, Hans,** Dr., Prof. an der Kantonsschule	Luzern, Bambergstr. 5a	—	1897
»	**Bachmann, Theodor,** Dipl.-Ing.	Höschgasse 30	8	1919
s »	**Bader-Schneebeli, Hermann,** Kaufmann	Traubenstr. 5	2	1916
s »	**Badoux, Henri,** Prof. d. Forstwiss. a. d. eidg. techn. Hochschule	Gloriastrasse 68	7	1915
s »	**Bæbler, Emil,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Seestrasse 41, Zollikon		1911
s »	**Bänziger, Theodor,** Dr. med., Augenarzt	Billrotstrasse 15	8	1889
»	**Bær, Julius,** Bankier	Bergstrasse 54	7	1910
s »	**Bäschlin, Fritz,** Ingenieur, Prof. a. d. techn. Hochschule	Zollikon	—	1910
s »	**Baragiola, Wilhelm Italo,** Dr., Abteilungsvorstand der Schweiz. Versuchsanstalt, Privatdozent a. d. techn. Hochschule	Voltastrasse 32	7	1911
»	**Bareiss, Arthur,** Kaufmann	Alpenquai 22	2	1910
s »	**Baumann-Naef, Moritz,** Dr., Chemiker	Tödistrasse 39	2	1910
Fr.	**Baumann-Naef, Ida**	Tödistrasse 39	2	1915
Hr.	**Baur, Emil,** Dr., Prof. Chem. an d. techn. Hochschule	Ottikerstrasse 52	6	1911
s »	**Beck, Alexander,** Dr., a. Prof. Math.	Schanzenberg-Schönberggg. 7	1	1870
s »	**Beck-Barker, Bernh.,** Dr. Pfarrer	Dättlikon am Irchel	—	1904
»	**Beck, Emil,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Schanzenberg-Schönberggg. 7	1	1907
»	**Beck, Karl,** Prof. (Phys.) am Kant. Gymnasium	Hegibachstr. 75	7	1917
»	**Beer, Robert,** Buchhändler	Peterhofstatt 10	1	1905
»	**Behn-Eschenburg, Hans,** Dr., Direktor	Oerlikon	—	1910
»	**Bender, Paul,** Lithographische Kunstanstalt	Zollikon	—	1911
»	**Benz, Walter,** Dr., Prof. Math. a. d. kant. Industrieschule	Scheuchzerstrasse 90	6	1917
»	**Bernheim-Karrer, Jakob,** Dr. med., Prof.	Gartenstrasse 36	2	1903
»	**Beuttner, Eugen,** Dr., Dufourstr. 769	Zollikon	—	1917
»	**Beyel, Christian,** Dr., Privatdozent Math. an der techn. Hochschule	Gemeindestrasse 26	7	1882
s »	**Biber, Walter,** Sekundarlehrer	Asylstr. 11	7	1910
»	**Biber, Werner,** Dr. med., Arzt	Kanzleistrasse 2	4	1919
s »	**Biedermann, Robert,** Fabrikant, Sonnenberg	Winterthur	—	1915
s »	**Billwiller, Robert,** Dr., Adjunkt d. Eidg. Meteorol. Zentralanstalt	Plattenstr. 44	7	1917
Fr.	**Bindschedler-Laufer, Marie,** Dr.	Zürichbergstr. 98	7	1919
s Hr.	**Bircher, F. Ernst,** Dr. jur., Rechtsanwalt	Sophienstrasse 2	7	1902
»	**Bircher, Max,** Dr. med.	Keltenstrasse 48	7	1902
»	**Bitterli, Emil,** Ing. Comp. génér. de l'Electr., Rue Chardon-Lagarche 48 (per. Adr. Emil Bitterli, Neumünsterstr. 34, Zürich 8)	Paris	—	1910
»	**Blattmann-Ziegler, Heinrich,** Fabrikant	Wädenswil	—	1911
s »	**Bleuler, Eugen,** Dr. med., Prof. an der Universität	Burghölzli	8	1900
s »	**Bloch, Bruno,** Dr. med., Prof. Dermatol. a. d. Univers.	Mythenstr. 23	2	1917
s »	**Bloch, Isaak Adolf,** Dr., Prof. an der Kantonsschule	Solothurn	—	1895
»	**Blum-Jenny, Walther,** stud. Archäologie	Zollikerstr. 188	8	1917
s »	**Blumer, Ernst,** Dr., Geologe	Zollikon	—	1917
»	**Bodmer-Abegg, Henry,** Dr. jur.	Bärengasse 18	1	1919
»	**Bolleter, Eugen,** Dr., Sekundarlehrer	Rotbuchstrasse 24	6	1900

				Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
s	Hr.	**Bommer, Albert,** Apotheker	Zähringerstrasse 9	1	1889
	»	**Boner, Georg,** Ing., Verw.-Rats-Delegierter von Brown, Boveri & Co.	Florhofgasse 2	1	1919
s	»	**Bosshard, Emil,** Prof. Chem. a. d. Techn. Hochschule	Ottikerstrasse 38	6	1913
s	»	**Bosshard, Heinrich,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Hochstrasse 68	7	1892
s	Fr.	**Boveri-Boner, Yvonne**	Baden, Römerstr. 24	—	1917
	»	**Brandenberger, Anna,** Prof.	Brandschenkestr. 55	2	1919
	Hr.	**Brauchlin, Gottl.,** Dr., Jurist	Nordstrasse 7	6	1918
s	»	**Braun, Josias,** Dr., Konservat. a. Geobot. Inst. Rübel	Winterthurerstr. 66	6	1916
	»	**Bremi, Walter,** Dr., Chemiker	Hönggerstrasse 148	6	1911
	»	**Brennwald, Paul,** Kaufmann	Tödistrasse 65	2	1911
s	»	**Brentano, J.,** Dr., Privatdozent d. Phys. a. d. E. T. H.	Orellistr. 70	7	1918
s	»	**Bretscher, Konrad,** Dr., Sekundarlehrer	Weinbergstrasse 146	6	1890
	»	**Brettauer, Alfred,** Dr. med.	Bahnhofstr. 55	1	1916
s	»	**Brinkmann, Emil,** Ingenieur	Rigistrasse 9	6	1917
s	«	**Brockmann-Jerosch, Henryk,** Dr., Privatdoz. Bot. a. d. Univ.	Kapfsteig 44	7	1907
	»	**Broggini, Rinaldo,** stud. rer. nat.	Schönleinstr. 10	7	1919
	»	**Brunner, Friedrich,** Dr. med., Asyl Neumünster	Forchstrasse 85	7	1896
	»	**Brunner, Otto,** Dr., Apotheker	Limmatquai 56	1	1907
	»	**Bruppacher, Heinrich,** Kaufmann	Wettingerhaus 1	1	1919
	»	**Bühler, Anton,** Dr. med., Privatdoz. a. d. Universität	Bahnhofstr. 5	1	1904
	»	**Bürgi, Oscar,** Dr. med. vet., Prof. an der Universität	Sonnenberg Erlenbach (Zürich)	—	1906
	»	**Bützberger, Fritz,** Dr., Prof. a. d. kant. Industrieschule	Moussonstrasse 10	7	1911
s	»	**Burri, Robert,** Dr., Prof., Abteilungs-Vorst. der eidgen. Versuchsstation	Liebefeld-Bern	—	1896
s	»	**Busse, Otto,** Dr. med., Prof. an der Universität	Büchnerstrasse 10	6	1911
	»	**Carpentier, Fritz,** Fabrikant	Dufourstrasse 5	8	1910
s	»	**Claraz, Georges**	Lugano, Via Salvatore 21	—	1894
s	»	**Cloëtta, Max,** Dr. med., Prof. an der Universität	Plattenstrasse 58	7	1902
	»	**Corti, Arnold,** Dr., Direktor	Dübendorf	—	1918
s	»	**Cramer, Otto Leopold,** Dr. med.	Jupiterstr. 14	7	1918
	Fr.	**Cramer-v. Muralt, Olga**	Jupiterstrasse 14	7	1919
s	Frl.	**Daiber, Marie,** Dr., Prof. u. Assist. a. zool. Inst. beider Hochsch., Privatdoz.	Krähbühlstr. 6	7	1906
	Hr.	**Däniker, Albert Ulrich,** stud. phil.	Dillileeweg 5, Küsnacht		1919
	Frl.	**Dübendorfer, Emma,** Dr. med., Ärztin	Bahnhofstrasse 88	1	1912
	Hr.	**Dübendorfer, Heinrich,** Stadtkassierer	Hottingerstr. 25.	7	1919
	»	**Dubuis, Samuel Ed.,** Tierarzt	Letzisteig 1	6	1918
s	»	**Düggeli, Max,** Dr., Prof. ldw. Bakter. an der techn. Hochschule	Hofstrasse 75	7	1912
s	»	**Dumas, Gustav,** Dr., Prof. Math. an d. Univers., Plateau de Béthusy	Lausanne	—	1911
s	»	**Du Pasquier, Gustav,** Dr., Prof. Math. an der Univ.	Neuchâtel	—	1907
	»	**Dürst, Ulrich,** Dr., Prof. Zool. an der Universität	Bern	—	1899
s	»	**Dürsteler, Wilhelm,** Dr., Chemiker	Thalwil	—	1910
s	»	**Eder, Rob.,** Dr., Prof. f. Pharm. a. d. Techn. Hochschule	Schönleinstrasse 22	7	1915

				Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
	Hr.	**Egli, Max,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Herrliberg	—	1910
	»	**Ehrhardt, Jakob,** Dr. med. vet., Prof. a. d. Universität	Weinbergstr. 74	6	1903
	»	**Engel, Emil,** Sekundarlehrer	Blümlisalpstr. 66	6	1917
	»	**Engler, Harry,** Dr. phil., Chemiker	Hönggerst., Altst. b. Z.	—	1918
	»	**Erb, Josef,** Dr., Geologe, Carel van Bylandtlaan 30	Den Haag (Holland)	—	1899
s	»	**Ernst, Alfred,** Dr., Prof. Bot. an der Universität	Zollikon, Höhestr. 66	—	1901
	Frl.	**Ernst, Betty**	Hädeliweg 35	7	1919
	Hr.	**Ernst, Heinrich,** Dr., Regierungsrat	Sonneggstrasse 61	6	1905
s	»	**Ernst, Julius Walter,** Ingenieur	Freiestrasse 21	7	1900
s	»	**Escher, Berend,** Dr. sc. nat., Bataafsche Petroleum My.	Weltevreden, Java	—	1910
s	»	**Escher-Schindler, Conrad,** Oberstlt., Geol.	Seilergraben 1	1	1915
	»	**Escher, Fritz,** Dir. d. städt. Gaswerkes	Schlieren	—	1919
s	»	**Escher-Kündig, Jakob Christof,** Dr. h. c., Entomolog	Gotthardstrasse 35	2	1883
	»	**Escher-Lang, J. H.,** Kaufmann	Hofackerstrasse 44	7	1919
	»	**Escher-Pestalozzi, Eduard,** Kaufmann	Bergstrasse 114	7	1917
	»	**Escher, Hermann,** Dr., Direktor der Zentralbibliothek	St. Urbangasse 6	1	1911
s	»	**Escher, Heinrich Hermann,** Dr., Chem.	Zederstr. 14	7	1918
s	»	**Escher, Rudolf,** Prof. Technol. a. d. techn. Hochschule	Kapfstrasse 25	7	**1874**
s	»	**Escher, Wilhelm Caspar**	Scheideggstrasse 22	2	1911
	»	**Falkeisen-Escher, Emanuel O.,** Kaufmann	Seilergraben 1	1	1919
	»	**Farner, Ernst,** Dr. med., Arzt	Vogelsangstr. 3	6	1919
s	»	**Farny, Jean Lucien,** Prof. Elektr. a. d. techn. Hochschule	Fehrenstrasse 23	7	1912
s	»	**Feer, Emil,** Dr. med., Prof. an der Universität	Freiestrasse 108	7	1911
s	»	**Fehlmann, J. Werner,** Dr., Privatdozent an der techn. Hochschule	Nordstr. 70a, Schaffhausen	—	1915
	»	**Feix, Richard,** Direktor der Petroleum-Import-Co.	Splügenstrasse 10	2	1914
	»	**Felix, Florian,** Dr. med., Arzt	Wädenswil	—	1910
	»	**Felix, Otto,** Tierarzt, Dir. d. Ver. Zürcher Molkereien	Stauffacherquai 4	4	1919
s	»	**Felix, Walter,** Dr. med., Prof. an der Universität	Köllikerstr. 7	7	1891
	»	**Fenner, Karl,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Freiestrasse 211	7	1905
	»	**Ferraris, Erminio,** dipl. Bergingenieur	Via XX Settembre 38^b, Torino		1911
s	»	**Field, Herbert Haviland,** Dr., Dir. d. Concil. Bibliogr.	Hofstrasse 49	7	1899
s	»	**Fierz-David, Hans Eduard,** Dr., Prof. f. Chem. a. d. E. T. H.	Kilchberg b. Zch.	—	1917
	»	**Fingerhuth, Max,** Dr. med.	Feldeggstrasse 80	8	1905
s	»	**Fischer, Emil,** Dr. med., Arzt	Bolleystrasse 19	6	1919
s	»	**Fischer-Reinau, Ludwig,** Dr. phil., Ing.	Bleicherweg 13	1	1918
s	»	**von Fleischl, Otto,** Dr. med.	Stockerstr. 32	2	1918
	»	**Fleischmann, Carl,** Apotheker	Rigistrasse 52	6	1915
	»	**Fliegner, Alb.,** Dr., a. Prof. Maschinenbau	Via Trevano 9, Lugano	—	**1870**
s	»	**Flückiger, Otto,** Dr., Prof. an der höhern Töchterschule	Witikonerstr. 64	7	1910
	Fr.	**Flury-Habegger, Emma**	Falkenweg 9, Bern		1915
	Hr.	**Flury, Philipp,** Dr. h. c., Adj. d. eidg. forstl. Vers.-Stat.	Hadlaubstr. 108	6	1888
s	»	**Franel, Jérome,** Dr., Prof. Math. an d. techn. Hochschule	Klusweg 8	7	1892
	»	**Frank, Ludwig,** Dr. med.	Zürichbergstrasse 45	7	1910
s	»	**Frey, Hans,** Dr., Prof. am kant. Lehrerseminar	Küsnacht b. Zch.	—	1896
s	Frl.	**Frey, Hedwig,** Dr., Assistent am anat. Institut der Universität	Mittelbergstrasse 17	7	1912
	Hr.	**Frey, Jakob Heinrich,** Kaufmann	Zollikerstrasse 152	8	1919
	»	**Frey, Rudolf,** Maschinentechniker	Hirschengraben 78	1	1919
s	»	**Frei, Walter,** Dr. med. vet., Prof. an der Universität	Zollikon, Höhestr. 68	—	1912

				Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
s	Hr.	**Frick, Theodor,** Dr. D. S., Zahnarzt	Titlisstrasse 14	7	1900
s	»	**Friedländer, Immanuel,** Geologe	Zürichbergstr. 118	7	1915
	»	**Fritschi, Friedrich,** a. Nationalrat	Steinwiesstrasse 18	7	1892
s	»	**Fritz, Franz,** Dr., Tierarzt	Forchstrasse 151	7	1914
	»	**Froebel, Robert,** Gartenarchitekt	Moussonstr. 15	7	1918
	»	**Froehner, Julius,** Dr. med., Zahnarzt	Peterstrasse 1	1	1911
	»	**Froelich, Friedrich,** Chem.	Kappelergasse 16,	1	1914
s	»	**Früh, Jakob,** Dr., Prof. Geogr. an der techn. Hochschule	Freiestrasse 6	7	1895
s	»	**Fueter, Rudolf,** Dr., Prof. Math. an der Universität	Rigistrasse 34	6	1917
s	»	**Furrer, Ernst,** Dr., dipl. Fachlehrer f. Naturwissensch.	Affoltern b. Z.	—	1913
s	»	**Gampert, Paul,** Kaufmann	Gartenstrasse 36	2	1915
s	»	**Gams, Edmund,** Maschineningenieur	Seegartenstrasse 2	8	1917
s	»	**Gams, Hellmut,** Dr., Bot.	Theaterstr. 12	1	1912
s	»	**Ganz, Emil,** Kaufmann	Wonnebergstr. 67	8	1905
s	»	**Gassmann, Theodor,** Dr. phil.	Wilfriedstrasse 9	7	1905
	»	**Gaule, Georg Justus,** Dr. med., a. Prof. a. d. Universität	Zürichbergstrasse 130	7	1887
	»	**Geilinger, Walter,** Dr. med.	Talacker 34	1	1917
s	»	**Geiser, Karl Friedrich,** Dr., a. Prof. Math.	Küsnacht b. Zch.	—	1883
	»	**Gerlach, Rudolf,** Dr., Prof. am kant. Lehrerseminar	Küsnacht b. Zch.	—	1905
	»	**Gerwer, Friedrich,** Ingenieur	Ebelstrasse 11	7	1914
s	»	**Giger, Emil,** Dr. rer. nat., Prof. höh. Töchtersch.	Asylstr. 17	7	1918
	»	**Glättli, Hans,** Tierarzt	Neptunstrasse 45	7	1919
	»	**Glauser, Rudolf,** dipl. Chemiker	Dornach, Soloth.	—	1912
s	»	**Gnehm, Robert,** Dr., a. Prof., Präs. d. schw. Schulrates	Eidmattstrasse 26	7	**1873**
s	»	**Gogarten, Emil,** Dr., Geologe, Villa Philadelphie	Luzern	—	1907
	»	**von Gonzenbach, Willy,** Dr. med.	Freiestrasse 29	7	1912
	»	**Graber, Aurèle.** cand. phil.	Schützengasse 32	1	1919
	»	**Graemiger, Benjamin,** Ingenieur	Höngg, Zürcherstr. 181	—	1914
	»	**Graf, Arthur,** Dr., Sekundarlehrer	Bauma	—	1913
	»	**v. Graffenried, Alfred,** dipl. ing. chem.	Richterswil	—	1918
s	»	**Gramann, August,** Dr., Sekundarlehrer	Äussere Schaffhauserstr. 7, Winterthur		1899
	»	**Gränacher, Charles,** Dr. Ass. a. chem. Institut	Küsnacht (Zch.)		1919
s	»	**Greinacher, Heinrich,** Dr., Prof. Physik	Gladbachstr. 62	7	1915
s	»	**Greiner, Paul,** Kaufmann	Kilchberg b. Zch.	—	1917
	»	**Gretler, Heinrich,** Apotheker	Rindermarkt 19	1	1919
	»	**Grisch, Andreas,** Dr., Adjunkt d. schweiz. landwirtschaftlichen Versuchsanstalt	Oerlikon	—	1907
s	»	**Grossmann, Marcel,** Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochschule	Holderstr. 14	7	1908
s	»	**Grubenmann, Ulrich,** Dr., Prof. Min. an beiden Hochschulen	Titlisstrasse 60	7	1893
	»	**Gschwind, Meinrad,** Dr. chem., Eidg. Prüfungs-Anstalt f. Brennstoffe	Clausiusstr. 6	6	1918
	»	**Guggenbühl, Adolf,** Ing.	Weinbergstrasse 1	1	1918
s	»	**Guyer-Berchtold, Julius,** a. Nat.-Rat, Fabrikant	Bächtoldstr. 6	7	1916
s	«	**Guyer, Oskar,** Dr., Prof. a. d. kant. Handelsschule	Pestalozzistrasse 33	7	1915
	»	**Gyger, Alfred,** Kaufmann	Rigistrasse 61	6	1919
	»	**Gysi, Alfred,** Dr. D. S., Prof. a. d. Zahnarzt-Schule der Universität	Obere Zäune 10	1	1893

				Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
s	Hr.	**Haab, Otto**, Dr. med., Prof. an der Universität	Pelikanstrasse 41	1	1880
	»	**Haas, de, Walter**, Redaktor d. techn. Monatshefte	Rüschlikon	—	1911
s	»	**Haffter, Paul J.**, per Adr. Herrn H. Nabholz	Mühlebachstr. 82	8	1915
	»	**Halperin, Jakob**, Dr. med.	Seebach	—	1910
	»	**Hanf, Ernst**, stud. med.	Universitätsstr. 51	6	1917
s	»	**Hauri, Hans**, Dr., Sekundarlehrer	St.Gallen, Florastr.11	—	1911
	»	**Hauser, Adolf**, Apotheker	Gemeindestr. 7	7	1918
	»	**Heberlein, Fritz**, Dr. Ing., Chemiker	Zollikerstr. 132	8	1916
	»	**Heberlein, Hugo**, Kaufmann	Zollikerstr. 225	8	1918
s	»	**Hegi, Gust.**, Dr., Prof. Bot. an d. Universität, Tengstr. 18	München	—	1903
s	»	**Heim, Arnold**, Dr., Geologe	Hofstrasse 100	7	1906
s	»	**Henschen, Karl**, Dr. med., Prof.	St. Gallen	—	1910
	»	**Herb, Max**, Botaniker	Via Besso 15, Lugano		1915
	Frl.	**Herder, Hermine**, Malerin, Villa Yalta	Seefeldstr. 287	8	1916
	Hr.	**Herkenrath, Franz**, Ingenieur	Höngg, Zürcherstr. 387	—	1912
s	»	**Herzfeld, Eugen**, Dr., Ass. am chem Lab. d. Kantonssp.	Ekkehardstrasse 16	6	1911
s	»	**Hescheler, Karl**, Dr., Prof. Zoolog. an beid. Hochschulen	Mainaustrasse 15	8	1894
	»	**Hess, Gottfried**, Architekt	Nordstrasse 15	6	1911
s	»	**Hess, Walter, R.**, Dr. med. Prof. a. d. Universität	Susenbergstr. 198	6	1919
	»	**Heusser, Hans**, Dr., Oberassist. a. Kant. Tierspital	Muggenbühl	2	1918
	Frl.	**Heydweiller, Erna Jenny**, Dr. Geologin	Montbijouplatz 3, Berlin 24		1917
s	Hr.	**Hilgard, Karl Emil**, a. Prof., Ingenieur-Konsulent	Klosbachstrasse 159	7	1910
	»	**Hiller, Eduard**, Apotheker, Sonnenapotheke	Rämistrasse 7	1	1911
	»	**Hirsch, Arthur**, Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochschule	Reinacherstrasse 8	7	1903
s	»	**Hirschi, Hans**, Dr., Geologe	Braunwald (Glarus)	—	1915
	»	**Hirzel, Hermann**, Dr. ing., Chemiker	Winkelwiese 5	1	1918
s	»	**Höhn, Walter**, Sekundarlehrer	Kurvenstrasse 40	6	1910
	»	**Hofer, Hans**, Lithographie-Besitzer	Küsnacht	—	1912
s	Fr.	**Hoffmann-Grobéty, Amélie**, Dr. ès sc.	Ennenda, Kt. Glarus	—	1919
	Hr.	**Hofmann, Arnold**, Dr. med. Arzt	Reinacherstrasse 9	7	1919
	»	**Hofmeister, Eduard**	Freigutstr. 16	2	1918
	Frl.	**Hofmeister, Sara**	Hottingerstr. 11	7	1918
	Hr.	**Holliger, Wilhelm**, Dr., Seminarlehrer	Wettingen	—	1896
	»	**Hottinger, Rudolf**, Dr. med., Privatdozent f. Urologie an der Universität	Voltastrasse 27	7	1917
	»	**Hubacher, Karl**, Dr., Kantonsapotheker	Belsitostrasse 20	7	1912
s	»	**Huber-Stockar, Emil**, Ingenieur	Neumünsterallee 12	8	1888
s	»	**Huber-Pestalozzi, Gottfried**, Dr. med. et phil.	Englischviertelstr. 61	7	1915
s	»	**Huber, Hans**, Dr. med., Sanatorium	Kilchberg b. Zch.	—	1910
	»	**Huber, Max**, Dr. jur., Prof. der Rechte an der Univers.	Schloss Wyden b. Ossingen	—	1910
s	»	**Huber, Robert**, Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Streulistrasse 16	7	1910
	»	**Hürlimann, Hans** Dr., Chemiker	Brandschenkestr. 160	2	1917
s	»	**Hug, Jakob**, Dr., Sekundarlehrer	Schindlerstrasse 16	6	1910
s	»	**Huguenin, Gustav**, Dr. med., Prof.	Bergstrasse 50	7	1878
s	»	**Hunziker, Edwin**, Ing. der Schweiz. Geodät. Komm.	Lindenbachstr. 50	6	1917
s	»	**Imhof, Othmar Emil**, Dr.	Königsfelden-Brugg	—	1882

				Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
	Hr.	**Jabs, Asmus**, techn. Direktor	Alpenstrasse 3	2	1905
s	»	**Jaccard, Paul**, Dr., Prof. Bot. an der techn. Hochschule	Konkordiastrasse 12	7	1903
	»	**Jaeger, Carl**, Dr., Chemiker, Schwandenweg 8	Kilchberg b. Z.	—	1915
	»	**Jænike-Schneider, Emil**, Privatlehrer	Freïestrasse 34	7	1908
	»	**Jakob, Joh.**, Dr. Ass. mineralchem. Labor. E. T. H.	Museumstrasse 2	1	1919
	»	**Jantsch, Gustav**, Dr., Privatdoz. Chem. a. d. Universität	Plattenstrasse 34	7	1910
s	»	**Jeannet, Alphonse**, Dr., Geologe d. Schweiz. Geolog. Kommission, Haldenweg 5	Kilchberg b. Zch.	–	1913
s	»	**Jegen, G.**, Dr., Schweiz. Versuchsanstalt Wädenswil	Wädenswil		1919
	»	**Jegher, Carl Gaudenz**, Ing.	Kilchberg b. Zürich		1919
s	»	**Jenny-Tschudi, Daniel**, Fabrikant	Glarus	–	1911
	«	**Jenny, Heinrich**, stud. rer. nat.	Neue Beckenhofstrasse 42	6	1919
	Frl.	**Josephy, Gretel**, cand. phil.	Rütistr. 4	7	1918
	»	**Karrer, Jeanette**, Lehrerin	Phönixweg 4	7	1919
s	Hr.	**Karrer, Paul**, Dr., Prof. Chemie a. d. Universität	Landoltstrasse 16	6	1918
s	»	**Kaufmann, Robert**	Belsitostrasse 17	7	1919
	»	**Keer, Arnold**, Chemiker	Kilchberg b. Zch.	—	1910
s	»	**Keller, Konrad**, Dr., Prof. Zool. an der techn. Hochschule	Forchstrasse 118	7	**1875**
	»	**Keller, Konrad**, Landwirt	Guggachstrasse 12	6	1902
s	»	**Kiefer, Adolf**, Dr., Mathematiker	Minervastrasse 149	7	1894
s	»	**Kienast, Alfred**, Dr., Privatdoz. Math. an der techn. Hochschule	Küsnacht b. Zch.	—	1905
s	»	**Klages, Wilhelm**, Hütteningenieur	Schwarzackerstr. 375, Wallisellen		1912
	»	**Kleiber, Albert**, Dr.	Kirchgasse 13	1	1893
	»	**Klett, Max**, Dr., Chemiker	Heliosstrasse 6	7	1911
s	»	**Klinger, Rudolf**, Dr. med., Assistent am Hyg.-Institut	Höhenweg 18	7	1911
	»	**Klöti, Eugen**, Ass. f. Entom. a. d. E. T. H.	Oerlikon, Schulstr. 34	—	1915
	»	**Knabenhans, Alfred**, Dr., Ethnologe	Zollikon, Bergstr. 225	—	1916
s	»	**Knopfli, Walter**, Dr. Zoologie	Stauffacherstrasse 9	4	1913
	»	**Koch, Helmut**, dipl. Ing.	Freigutstrasse 9	2	1917
	»	**Koch, Wilhelm**, Optiker	Bahnhofstr. 11	1	1918
	»	**Kœlsch, Adolf**, Dr., naturwiss. Schriftsteller	Rüschlikon	—	1910
	»	**Koller, Eugen**, Mühlenbesitzer	Zürcherstr. 30, Küsnacht b. Zürich		1919
s	»	**Kopp, Robert**, Dr., Prof. an der Kantonsschule	St. Gallen	—	1896
	»	**Kruck, Carl**, Baumeister	Küsnacht	—	1919
s	»	**Künzli, Emil**, Dr., Prof. an der Kantonsschule	Solothurn	—	1901
s	»	**Küpfer, Max**, Dr., Assistent a. zool. vergl.-anat. Inst. d. Univers.	Klausstrasse 20	8	1911
	»	**Kubly, F. Wala**, Dr. med.	Langenthal, Kt. Bern	—	1916
	»	**Kummer, Walter**, Dr., Ing.-Kons., Prof. a. d. techn. Hochschule	Mythenstrasse 15	2	1910
s	»	**Kummer-Weber, Wilhelm**, Pflanzer	Villa Verbanella, Locarno	—	1914
	»	**Kunz, Carl**, Dr., Privatlehrer	Chemin Miremont 35, Genf	—	1911
	»	**Landolt-Locher, Paul**, Kaufmann	Asylstr. 31	7	1918
	Frl.	**Lange, Mathilde M.**, cand. phil.	Schmelzbergstr. 18	7	1918
	Hr	**Laubi, Otto**, Dr. med.	Kappelistrasse 35	2	1919
	»	**Lautenbach, Max**, Dr. jur.	Bolleystrasse 30	6	1912
s	»	**Lebedinsky, Nahum, G.**, Dr., Zool. Anstalt	Basel, Austr. 81	—	1909
	»	**Leupold, Karl**, Gutsbesitzer	Rigiplatz 1	6	1918
s	»	**Leuzinger, Rud.**, Vorst. d. kant. Mädchen-Erz.-Anst.	Mollis	—	1909

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	**Liebmann, Erich,** Dr. med., Oberarzt an der med. Klinik	Kantonsspital	7	1912
»	**Lifschitz, Israel,** Dr., Priv.-Doz. Chem. a. d. Univers.	Bolleystrasse 8	6	1917
s »	**Locher, Fritz,** dipl. Ing.	Aubrigstr. 10	2	1917
»	**Löwensberg, Paul,** Dr. med.	Sissach (Baselland)	—	1912
s »	**Lüdin, Emil,** Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	Stolzestrasse 14	6	1896
s »	**Lüthy, Adolf,** Dr., Prof. an der höh. Töchterschule	Hofstrasse 22	7	1904
s »	**Lunge, Georg,** Dr., a. Prof. Chem.	Carmenstrasse 37	7	**1876**
s »	**Maier, Hans W.,** Dr. med., Prof., Dozent d. Psychiatrie	Burghölzli	8	1909
»	**Mark-Bechtold, André,** Dr. med.	Bahnhofstrasse 55	1	1915
»	**Matthias, Eugen,** Dr., Prof. a. d. höh. Töchterschule	Plattenstrasse 44	7	1919
s »	**Maurer, Julius,** Dr., Direkt. d. Meteor. Zentr.-Anst.	Zürichbergstrasse 7	7	1881
»	**Medicus, Fritz,** Dr., Prof. Philos. a. d. techn. Hochschule	Rüschlikon, Seestrasse 33	—	1911
»	**Meierhofer, Hans,** Dr., Prof. a. d. höhern Töchterschule	Reinacherstrasse 18	7	1908
s »	**Meissner, Ernst,** Dr., Prof. Mech. an der techn. Hochschule	Zollikon, Rütistrasse 313	—	1910
»	**Mende-Ernst, Theodor,** Dr. med.	Dreikönigstrasse 37	2	1883
»	**Menzi, Jakob,** Dr., Sekundarlehrer	Birmensdorferstr. 271	3	1919
»	**Mertens, Walter,** Gartenarchitekt	Rieterstrasse 36	2	1910
»	**Messikommer, Heinrich,** Antiquar	Hechtplatz 1	1	1910
s »	**v. Meyenburg, Hanns,** Dr. med., Prof. Universität Lausanne	Lausanne	—	1916
»	**Meyer, Alfred,** Dr. med. Arzt	Zollikon	—	1919
s »	**Meyer, Edgar,** Dr., Prof. am Physikal. Institut d. Universität	Kraftstrasse 48	7	1907
»	**Meyer, Franz,** Dr. jur.	Utoquai 31	8	1919
s Frl.	**Meyer, Frieda,** Dr.	Weiningerstrasse 322, Dietikon	—	1912
s Hr.	**Meyer-Rüegg, Hans,** Prof., Dr. med., Priv.-Doz. a. d. Univ.	Freiestrasse 116	7	1910
»	**Meyer, Heinrich,** Dr., Chemiker	Plattenstr. 34	7	1918
»	**Meyer-Hürlimann, Karl,** Dr. med.	Hottingerstrasse 20	7	1901
Frl.	**Meyer, Martha,** Lehrerin.	Minervastrass 128	7	1917
s Hr.	**Minder, Leo,** Dr., Adjunkt d. Stadtchemikers	Schaffhauserstr. 76	6	1918
s »	**Minkowski, Mieczyslaw,** Dr. med., Priv.-Doz. f. Hirnl. a. d. Univ.	Physikstrasse 6	7	1917
s »	**Misslin, Emil,** Dr., Chemiker, Privatdoz. E. T. H.	Minervastrasse 128	7	1919
s »	**Monakow, Konstantin von,** Dr. med., Prof. a. d. Universität	Dufourstrasse 116	8	1887
s »	**Monnier, Eduard,** Dr. med., Priv.-Doz. f. Chirurgie a. d. Univers.	Bleicherweg 15	2	1917
»	**Mühleder, Hans,** Masch.-Ing.	Wallisellen, Schwarzackerstr. 374	—	1918
»	**Müller, Albert,** Buchhändler	Nägelistrasse 9	7	1905
»	**Müller, Alexander,** Dr., Phys.	Kurhausstrasse 8	7	1911
s Frl.	**Müller, Charlotte,** Dr. med., Ärztin	Gœthestrasse 10	1	1911
»	**Müller, Gertrud**	Hirschengraben 48	1	1919
Hr.	**Müller, Hans**	Zollikerstrasse 45	8	1919
»	**Müller, Heinrich,** a. Chemiker	Susenbergstrasse 173	6	1912
s »	**Müller-Thurgau, Hermann,** Dr., Direkt. d. Schw. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau	Wädenswil	—	1891
»	**Müller, Marcus,** Lehrer	Witikon	—	1913
»	**Muralt, Wilhelm von,** Dr. med.	Rämistrasse 18	7	1883
s »	**Naef, Adolf,** Dr., Priv.-Doz. f. Zoologie a. d. Universität	Treichlerstr. 3	6	1916
»	**Naef-Werner, Paul,** a. Oberförster und Pflanzer	Dolderstrasse 57	7	1918

				Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
s	Hr.	**Naegeli, Otto,** Dr. med., Prof. a. d. Universität	Voltastr. 55	7	1918
	»	**Nänni, Jakob,** Dr., dipl. Fachlehrer f. Naturwissensch.	Russenweg 12	8	1913
s	»	**Nager, Felix Rudolf,** Prof. Dr. med., Dozent für Oto-, Rhino- u. Laryngologie an der Universität	Freiestrasse 20	7	1917
	»	**Narutowicz, Gabr.,** Ing., Prof. an der techn. Hochsch.	Tobelhofstrasse 34	7	1912
s	»	**Niggli, Paul,** Dr., Prof. a. Institut f. Miner. u. Petrogr.	Universität Tübingen	—	1913
	»	**Ogushi Kikutaro,** Dr., Prof. der Anatomie	Osaka (Japan)	—	1913
s	»	**Oppliger, Fritz,** Dr., Prof. am kant. Lehrerseminar	Küsnacht b. Zch.	—	1893
s	»	**Oswald, Adolf,** Dr. med., Prof. an der Universität	Hofstrasse 78	7	1903
	»	**Ott, Emil,** Dr. ès sciences, Chemiker	Schlieren, Industriestrasse	—	1918
s	»	**Ott, Hans,** Direktor der Ott-Toblerschen Privatschule	Kapfstrasse 16	7	1910
	»	**Ott, Carl,** Reallehrer	Hochstrasse 109, Schaffhausen	—	1919
	»	**Panchaud de Bottens, Adalbert,** Dr. phil. u. med.	Seefeldstrasse 33	8	1911
	»	**Pestalozzi-Bürkli, Anton,** Dr.	Löwenstrasse 21	1	1903
s	Frl.	**Peter, Margarethe,** Lehrerin	Töchterinstitut Fetan	—	1911
s	Hr.	**Peyer, Bernh.,** Dr., Privatdozent Zool. a. d. Univers.	Schönleinstr. 8	7	1918
s	»	**Pfenninger, W.,** Dr. med. vet., Ass. a. vet.-pat. Institut	Brandschenkestr. 49	2	1918
	»	**Pfister, Gottfried,** Dir. Allg. Maggi-Ges.	Kempthal	—	1918
	»	**Pfister, Johann,** Ingenieur	Küsnacht b. Zch.	—	1915
s	Frl.	**Pfister, Martha,** Lehrerin	Oerlikon	—	1911
	Hr.	**Pfleghard, Otto,** Architekt	Zollikerstr. 245	8	1918
s	»	**Piccard, Aug.,** Dr., Prof., Doz. f. Physik a. d. techn. Hochschule	Schönleinstrasse 9	7	1912
	»	**Platter, Bruno,** Assist. d. Schweiz. Agr.-chem. Anstalt	Asylstr. 98	7	1916
s	»	**Prášil, Franz,** Dr., Prof. Masch. a. d. techn. Hochschule	Heuelstrasse 51	7	1894
s	»	**Preiswerk, Heinrich,** Ing., chez Mr. Douane, 23 avenue Parmentier	Paris XI^e	—	1917
s	»	**Quervain, Alfred August de,** Dr., Prof. Met., Adjunkt der meteorologischen Zentral-Anstalt	Gloriastrasse 68	7	1907
	»	**Rahn, Viktor C.,** Banquier	Lavaterstrasse 50	2	1919
	»	**Rascher, Max,** Buchhändler	Rathausquai 20	1	1905
	»	**Raths, Jakob,** Sekundarlehrer	Streulistrasse 31	7	1897
	Frl.	**Rauch, Aline,** Lehrerin	Weststr. 60	3	1918
	Hr.	**Redeker, August,** Apotheker	Bremen-Hemelingen	—	1913
	»	**Rehsche, Sylvester,** Rechtsanwalt a. D.	Mythenstr. 1	2	1916
s	»	**Rehsteiner, Hugo,** Dr., Präs. d. St. Gall. Naturw. Ges.	St. Gallen, Eschenstr. 1	—	1918
	»	**Reitz, Wilhelm,** Oberingenieur	Schipfe 29	1	1904
	Frl.	**Renner, Sophie,** stud. rer. nat.	Conkordiastrasse 20	7	1919
s	Hr.	**Resch, Alfred,** Dr. med.	Fraumünsterstr. 8	1	1916
	»	**Riese, Heinrich,** Ingenieur	Bahnhofstrasse 78	1	1915
s	»	**Rikli, Martin,** Dr., Prof. Bot. an d. techn. Hochschule	Brandschenkesteig 12	2	1894
s	»	**Ris, Friedrich,** Dr. med., Direktor der Pflegeanstalt	Rheinau	—	1892
	»	**Ritzmann, Emil,** Dr. med.	Bahnhofstrasse 58	1	1889
	»	**Rohn, Arthur,** Prof. Masch. an der techn. Hochschule	Blümlisalpstrasse 11	6	1912
s		**Rollier, Louis,** Dr., Prof. Geol. a. d. techn. Hochschule	Sonneggstr. 13	6	1905
	»	**Roothaan, Hans Philipp,** Geologe	Hadlaubstrasse 7	6	1917
	»	**Rosenbohm-Bindschedler, Ernst,** Dr. Phys.-Chemie	Scheuchzerstrasse 22	6	1919
	»	**Roth, Conrad,** Ing., Direktor	Zollikerstr. 10, Zollikon		1919

				Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
s	Hr.	**Roth, Otto**, Dr. med., Prof. Bakt. an d. techn. Hochsch.	Engl. Viertelstr. 54	7	1891
	»	**Roth, Wilhelm**, Dr. med.	Plattenstrasse 34	7	1910
	»	**Rothpletz, Gottlieb Friedrich**, Garteninspektor	Belvoirpark	2	1903
s	Fr.	**Rotszajn, Sophie**, cand. phil.	Schönleinstrasse 3	7	1911
s	Hr.	**Ruckstuhl, Werner**, Dr., Chemiker	z. Homberg, Kemptthal		1917
	»	**Rudolph-Schwarzenbach, Eduard**, Kaufmann	Scheideggstrasse 45	2	1912
s	Frl.	**Rübel, Cecile**	Zürichbergstr. 35	7	1918
s	Hr.	**Rübel, Eduard**, Dr., Geobotaniker, Priv.-Doz. E. T. H.	Zürichbergstrasse 30	7	1903
s	Frl.	**Rübel, Helene**	Zürichbergstr. 35	7	1918
	Hr.	**Rüeger, Armin**, Apotheker, z. Rebstock	Bischofszell	—	1911
s	»	**Rüst, Ernst**, Dr., Prof. an der kant. Handelsschule	Hadlaubstrasse 106	6	1910
	»	**Rusterholz, Arnold**, Prof. Vet. med. an der Universität	Tödistrasse 41	2	1910
s	»	**Rutgers, Fritz**, Ingenieur, Zürichstrasse 11	Oerlikon	—	1915
	»	**Rutgers, Joh.**, Dr. med., Arzt	Zürichstr. 11, Oerlikon		1919
	»	**Rutishauser, Friedrich**, Sekundarlehrer	Winterthurerstr. 58	6	1916
s	»	**Salis, Theophil**, Apotheker	Werdstrasse 5	4	1917
	»	**Sammet, Otto**, Dr., Apotheker	Neue Beckenhofstr. 42	6	1912
	»	**Sandmeyer, Traugott**, Dr. phil. et Dr. techn. h. c.	Forchstr. 22 Zollikon		1919
s	»	**Schäppi, Theodor**, Dr. med. et phil.	Sprensenbühlstr. 7	7	1904
s	»	**Schärtlin, Georg Gottfried**, Dr., Direkt. d. Rentenanst.	Mythenstr. 1	2	1894
s	»	**Schardt, Hans**, Dr., Prof. Geol. an beiden Hochschulen	Voltastrasse 18	7	1911
	»	**Schaufelberger, Wilhelm**, Dr.	Neue Beckenhofstr. 14	6	1902
s	»	**Schellenberg, Hans**, Dr., Prof. Ldw. an der techn. Hochschule	Hofstrasse 63	7	1895
	»	**Schellenberg, Kaspar**, Dr., Tierarzt	Hofstrasse 65	7	1896
	»	**Schindler-Stockar, Dietrich**, Dr. jur., Rechtsanwalt	Rämistrasse 2	1	1911
	»	**Schindler, Konrad**, Dr. med.	Seegartenstrasse 2	8	1907
s	»	**Schlaginhaufen, Otto**, Dr., Prof. Anthrop. a. d. Univ.	Orellistrasse 21	7	1904
s	»	**Schläpfer, Paul**, Dr., Dir. d. Eidg. Prüfungsanst. f. Brennst. a. d. E.T.H.	Winterthurerstr. 47	6	1917
	»	**Schleich, Karl**, Dr., Chemiker	Kemptthal	—	1918
	»	**Schmid, Ed.**, Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	a. Landstr. 42, Kilchberg		1905
	»	**Schmid, Iwan**, Kaufmann	Hadlaubstrasse 106	6	1915
	»	**Schmidt, Oscar**, Dr., Direkt. d. Akkumul.-Fabr. Oerlikon	Scheideggstrasse 35	2	1900
s	»	**Schmuziger-Staeheli, A.**, Direktor der Akt.-Ges. Schmuziger & Co.	Mühlebachstr. 174	8	1918
	»	**Schnorf, Carl**, Dr. med. vet.	Bergstr. 3	7	1918
	»	**Schoch, Albert**, Dr., Lehrer a. d. Kantonsschule	Gattikerstrasse 8	7	1919
s	»	**Schoch-Etzensperger, Emil**, Dr.	Zollikerstr. 136	—	1898
	»	**Schöller, Walter**, cand. chem.	Hohenbühlstr. 16	7	1910
	»	**Schöller, Fried. Arthur**, Kaufmann	Parkring 53	2	1919
	»	**Schöllhorn, Fritz**, Brauereileiter, Brauerei Haldengut, Winterthur		—	1917
	»	**Schönenberger, Friedrich**, Ing.	Allenmoosstrasse 11, Oerlikon	—	1919
	»	**Schoop, Max Ulrich**, Physiker	Hardturmstrasse 82	5	1912
s	»	**Schüepp, Otto**, Dr., Botaniker, Reinach, Baselland		—	1917
s	»	**von Schulthess-Schindler, Anton**, Dr. med.	Wasserwerkstr. 53	6	1889
	»	**Schulthess-Hünerwadel, Hans**, Verlags-Buchhändler	Rämistrasse 52	7	1910
	»	**Schulthess, Willy**, Dr. jur. Vize-Dir.	Dufourstr. 14, Zollikon		1919
	»	**Schultz, Gustav**, Kaufmann	Konkordiastr. 22	7	1918

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	**Schuppli, Hans**, cand. phil.	Blumenweg 15	8	1918
»	**Schwarz, Emil**, Dr. med., Bezirksarzt	Seidengasse 9	1	1910
s «	**Schwarzenbach-Fürst, Arnold**	Kilchberg b. Z., Seewart	—	1916
s »	**Schwarzenbach, Ernst**, Dr. med.	Stockerstrasse 32	2	1907
s »	**Schweitzer, Alfred**, Dr., Prof. Phys. an der techn. Hochschule	Möhrlistrasse 69	6	1902
»	**Schweizer, Armin**, Dr. jur.	Winterthurerstr. 33	6	1919
s »	**Schweizer, Robert**, Dr. med.	Stadelhoferstrasse 15	1	1910
s »	**Schwyzer, Fritz**, Dr. med.	Kastanienbaum b. Luzern	—	1912
»	**Schwyzer-Ellsworth, Fritz**, Kaufmann	Dolderstrasse 104	7	1913
s Frl.	**Schwyzer, Jeanne**, Dr., Chem.	Winkelwiese 5	1	1915
Hr.	**Seeberger, Xaver**, Dr. med. vet.	Trottestr. 11	6	1918
»	**Seelig, Paul**, Chemiker	Mythenquai 4	2	1919
»	**Seiferle, Eugen**, stud., Villa Forst	Kemptthal	—	1918
s »	**Seiler, Ulrich**, Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Pestalozzistrasse 29	7	1901
»	**Seitz, Johann**, Dr. med.	Plattenstrasse 86	7	**1874**
»	**Sidler, Ernst**, Dr. med., Prof. f. Augenheilk. a. d. Univ.	Glärnischstrasse 40	2	1917
s »	**Sigerist, Henry E.**, Dr. med.	Ebelstrasse 7	7	1918
»	**Sigg, Hermann Otto**, Kaufmann, alte Landstr. 110	Küsnacht (Zürich)	—	1918
Fr.	**Sigg, Martha**, alte Landstrasse 110	Küsnacht (Zürich)	—	1918
s Hr.	**Silberschmidt, William**, Dr. med., Prof. an der Univ.	Zürichbergstrasse 54	7	1903
»	**Speckert, Joseph**, Dr. med.	Stadthausquai 3	1	1912
s »	**Speiser, Andreas**, Dr., Prof. Math. a. d. Universität	Rigistr. 9	6	1918
»	**Sponagel, Paul**, Dr., Chemiker	Bellariastr. 69	2	1914
Frl.	**Stadtmann, Doris**, stud. med.	Bergstr. 5	7	1918
s Hr.	**Stähli, Jean**, Dr. med., Priv.-Doz. f. Augenheilkunde a. d. Universität	Hadlaubstrasse 7	6	1917
»	**Stähelin, Emil**, Dr. Zahnarzt	Küsnacht	—	1919
»	**Staehelin, Markus**, Dr. Ass. f. Botanik	Turnerstrasse 2	6	1919
»	**Staub, Hans**, cand. chem.	Gladbachstr. 54	7	1917
s »	**Staub, Walter**, Dr. sc. nat., Geologe, Compania de Petroleo la Corona, Aportado Postal No. 238 Tampico, Mexico	Hegibach 38	7	1911
Fr.	**Staub-Elmenhorst, Mary Ellen**	Bahnhofstr. 72	1	1919
Hr.	**Staub, Paul**, dipl. Chemiker	Rue Bergalonne 8, Genf	—	1919
s »	**Staub, Rudolf**, Dr., Geologe	Rieslingstr. 8	7	1911
s Fr.	**Staub-Wagopoff, Sara**, cand. geol.	Rieslingstr. 8	7	1911
s Hr.	**Staudinger, Herm.**, Dr., Prof. der Chemie an der techn. Hochschule	Hadlaubstrasse 81	6	1912
»	**Stebler, F. G.**, Dr.	Walchestrasse 21	6	**1879**
»	**Stebler, Karl**, Lehrer	Gladbachstrasse 76	7	1895
»	**Steiger, Adolf**, Dr. med.	Goldauerstrasse 7	6	1905
»	**Steiger, Karl**, Kunstmaler	Kilchberg b. Zch.	—	1910
s »	**Steiner, Gotthold**, Dr.	Thun, Krankenhausstr. 30	—	1911
»	**Steiner, Hans**, cand. phil.	Streulistrasse 33.	7	1912
»	**Steiner, Hans**, Dr. Seminarlehrer	Kinkelstrasse 56	6	1919
s "	**Steinmann, Alfred**, Dr. Bot.	Trittligasse 16	1	1919
s »	**Stierlin, Hans**, Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Frohburgstrasse 63	6	1910
s »	**Stodola, Aurel**, Dr., Prof. Masch. a. d. techn. Hochschule	Freiestrasse 62	7	1894
s »	**Stoll, Hermann**, Dr. jur., Industrieller	Lavaterstr. 15	2	1918
s »	**Stoll, Otto**, Dr. med., a. Prof. der Geogr.	Klosbachstrasse 75	7	**1875**
»	**Stoppani, Giovanni Ambrosio**, Dr. med., Prof. an der Zahnarztschule der Universität	Bahnhofstrasse 30	1	1903

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	**Straessle, Anton,** Kaufmann	Alpenstr. 33	2	1918
s »	**Strohl, Hans,** Dr., Prof. Zool. a. d. Universität	Kapfsteig 50	7	1907
s »	**Suter, Heinrich,** Dr., a. Prof. am kant. Gymnasium	Arlesheim	—	**1871**
s »	**Szávits-Nossan, Stephan,** Dipl.-Ing., Gajeva ulica 20,	Zagreb (Jugoslavien)	—	1917
s »	**Täuber, Karl Paul,** Ingenieur	Rotbuchstrasse 32	6	1910
s »	**Tank, Franz,** Dr. Privatdoz., Ass. f. Physik	Sprensenbühlstr. 8	7	1919
s »	**Thellung, Albert,** Dr., Priv.-Doz. Bot. a. d. Univ.	Hegibachstrasse 42	7	1911
Frl.	**Thurnheer, Anna,** cand. phil.	Wohlen (Aarg.)	—	1918
s Hr.	**Tobler, Adolf,** Dr., Prof. Elektr. a. d. techn. Hochschule	Winkelwiese 4	1	**1873**
s »	**Treadwell, William D.,** Dr. Prof. d. Chem. a. d. E. T. H.	Freudenbergstr. 146	6	1916
s »	**Tröndle, Arthur,** Dr., Privatdoz. Bot. an der Univers.	Höhenweg 16	7	1915
»	**Trueb, Reinhold,** Ingenieur, Fabrikant	Hombrechtikon	—	1911
»	**Trümpler, Alfred,** Dr. sc. nat., diplom. Chemiker und diplom. Fachlehrer	Kasinostrasse 20	7	1914
s »	**Tschulok, Sinai,** Dr., Fachlehrer für Naturwissensch. und Privatdozent an der Universität	Gloriastrasse 68	7	1909
»	**Ulrich, Alfred,** Dr. med., Leiter der Epilept. Anstalt	Südstrasse 150	8	1903
»	**Ulrich, Emil Arnold,** Seidenfabrikant	Parkring 25	2	1918
»	**Ulrich, Konrad,** med. pract.	Börsenstrasse 16	1	1912
»	**Usteri-Pestalozzi, Eduard,** Oberst	Thalacker 5	1	1918
s »	**Veraguth, Otto,** Dr. med., Prof. a. d. Universität	Ringgerstrasse 11	2	1903
»	**Voellmy, Ernst,** stud. agr.	Klosbachstr. 119.	7	1919
»	**Vogel, Theodor,** Apotheker	Seefeldstrasse 81	8	1916
Frl.	**Vogel, Vera,** stud. med.	Zürichbergstr. 6.	7	1919
s Hr.	**Volkart, Albert,** Dr., Vorstand d. Schweiz. landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Oerlikon	Frohburgstrasse 67	6	1900
»	**Vonwiller, Paul,** Dr. med. et phil., Anatom. Institut	Zürich	—	1919
»	**Walser, Gaudenz R.,** cand. phil.	Schanzeneggstr. 3	2	1918
s »	**Waser, Ernst,** Dr., Chemiker	Büchnerstrasse 22	6	1915
»	**Weber, Emil,** Dr., Sekundarlehrer	Hotzestrasse 48	6	1911
Frl.	**Wegmann, Fanny,** Lehrerin	Rotstrasse 30	6	1919
Hr.	**Wegmann, Gustav,** Ingenieur	Hofstrasse 132	7	1898
s »	**Wehrli, Hans,** Dr., Prof. Geogr. an der Universität	Kurhausstrasse 11	7	1903
s »	**Wehrli, Leo,** Dr., Prof. Geol. a. d. höh. Töchterschule	Hochstrasse 60	7	1895
»	**Wehrlin, Kurt,** Dr. med.	Steinwiesstr. 17	7	1917
s »	**Weiss, Pierre,** Dr., Directeur de l'Inst. de Phys. de l'Univ.	Stassbourg	—	1902
»	**à Wengen, Walter,** stud. chem.	Freudenbergstr. 65	7	1918
s »	**Wettstein, Ernst,** Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	Attenhoferstrasse 34	7	1904
»	**Wettstein, Walter,** Sekundarlehrer	Ütlibergstr. 260	3	1893
»	**Weyl, Hermann,** Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochsch.	Carmenstrasse 23	7	1915
»	**Widmer, Adolf,** Dr. med.	Freigutstrasse 5	2	1916
»	**Wiederkehr, Rudolf,** Sekundarlehrer	Oberrieden b. Zch.	—	1910
s »	**Wiegner, Georg,** Dr., Prof. Agr. Chem. a. d. techn. Hochschule	Neptunstr. 14	7	1913
»	**Wieland, Adolf,** Kaufmann	Germaniastrasse 51	6	1919

				Stadtkr. Zürich	Mitgl. seit
	Hr.	**Wiesmann, Theodor,** Sekundarlehrer	Dreiwiesenstr. 9	7	1907
s	»	**Wild, Oscar,** Dr. med., Privatdoz. a. d. Universität	Steinwiesstrasse 31	7	1911
s	»	**Winterstein, Ernst,** Dr., Prof. Agr. Chem. a. d. techn. Hochschule	Physikstrasse 4	7	1893
	»	**Witzig, August,** Stadtammann	Seewartstrasse 21	2	1919
s	»	**Wolfer, Alfred,** Dr., Prof. Astron. an beiden Hochsch.	Sternwarte	6	1880
s	»	**Wolfer, Paul,** Dr. med.	Weinplatz 7	1	1916
s	»	**Wolfke, Mieczyslaw,** Dr., Priv.-Doz. Phys. beid. Hochsch.	Tiefegässchen 38	6	1917
s	»	**Wünsche, Fritz,** Dr., Assistent am pharmakol. Inst. d. Universität	Ottikerstr. 53	7	1911
s	»	**Wyder, Theodor,** Dr. med., Prof. an der Universität	Eleonorenstrasse 2	7	1910
s	»	**v. Wyss, Georg,** stud. chem.	Bärengasse 19	1	1918
s	»	**Wyss, Hans Osk.,** Dr. med., prakt. Arzt	Steinwiesstr. 37	7	1918
s	»	**Wyss, Max Oskar,** Dr. med., Privatdoz. a. d. Univ.	Seefeldstrasse 23	8	1910
	»	**v. Wyss-Schindler, Wilhelm,** Dr., Prof., Rektor der höhern Töchterschule (ält. Abt.)	Winkelwiese 5	1	1911
	»	**Wyssling, Walter,** Dr., Prof. Elektr. an der techn. Hochschule	Wädenswil	—	1893
s	»	**Zangger, Heinrich,** Dr. med., Prof. an der Universität	Bergstrasse 25	7	1904
s	»	**Zehnder, Ludwig,** Dr., Prof. der Physik a. d. Univers.	Ruchfeld 78 b. Basel	—	1917
	»	**Zeller-Williger, Erwin,** Ingenieur	Rütistrasse 10	7	1915
	»	**Zeller, Heinrich,** Dr. jur., Staatsanwalt	Hofstrasse 136	7	1903
	»	**Zietzschmann, Otto,** Dr., Prof. Vet. Med. a. d. Universität	Seefeldstrasse 115	8	1907
	»	**Zölly-Veillon, Heinrich,** Ingenieur	Brunaustrasse 42	2	1910
s	Frl.	**Zollikofer, Clara,** Dr. Assist. Bot. a. d. Universität	Obere Zäune 4	1	1919
	Hr.	**Zollinger-Jenny, Ernst,** Fabrikant	Bellariastrasse 57	2	1884
	»	**Zschokke, Erwin,** Dr. med., Prof. an der Universität	Selnaustrasse 36	1	1889
	»	**Zschokke, Markus,** Assist. a. vet.-anat. Instit. d. Univ.	Peterhofstatt 7	1	1917
	»	**Zschokke, Theod.,** Obstbautechniker a. d. eidg. Versuchsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau	Wädenswil	—	1912
s	»	**Zuppinger, Emil,** Fabrikant	Wallisellen	—	1892
	»	**Zürcher, Ernst,** Buchdrucker	Brunngasse 2	1	1906
s	»	**Zürcher, Joh. Friedr.**	Bühler, Appenzell	—	1910
	»	**Zweifel, Fritz,** Dipl.-Ing.	alte Landstrasse 398, Rüschlikon	—	1918

XI.

Freie ausländische Mitglieder.

				Mitglied seit	Freie ausl. Mitgl.
s	Hr.	**Bluntschli, Hans,** Dr. med., Prof. Zool. a. d. Univers., Gärtnerweg 54	Frankfurt a. M.	1904	1916
	»	**Bühler, Anton,** Dr., Prof. Forstwiss. a. d. Universität	Tübingen	1882	1914
	»	**Disteli, Martin,** Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochschule, Kriegstr. 152	Karlsruhe	1892	1914
	»	**Driesch, Hans,** Dr., Uferstrasse 52	Heidelberg	1892	1914
	»	**v. Eggeling, Heinrich,** Dr. med., Prof. an d. Universität	Jena	1888	1914
s	»	**Emden, Rob.,** Dr., Prof. an d. techn. Hochsch. (Phys.). Habsburgerstr. 4	München	1888	1914
s	»	**Ernst, Paul,** Dr. med., Prof. an d. Univers., Graimbergw. 8	Heidelberg	1901	1914
	»	**v. Frey, Max,** Dr. med., Prof. an der Universität	Würzburg	1898	1914
	»	**Goldschmidt, Heinrich,** Dr., Prof. Chem. a. d. Univers.	Christiania	1881	1914
	»	**Höber, Rudolf,** Dr. med., Prof. an d. Univers. (Physiol. Inst.)	Kiel	1889	1914